



**Centre d'Angers - Institut National
d'Horticulture et de Paysage**

2, rue André Le Nôtre
49045 ANGERS Cedex 01
Tél : 02 41 22 54 54



**Centre de coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le
Développement**

UPR26-Système bananiers et ananas
Avenue Agropolis
34000 MONTPELLIER
Tél : 04 67 61 58 00



**Pôle de Recherche Agro-
environnemental de la Martinique**

Petit Morne – BP 214
97285 LE LAMENTIN cedex 2
Tél : 0596 42 30 00

Mémoire de Fin d'Etudes

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences
Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Spécialité : Horticulture

Option : Gestion Durable du Végétal en Horticulture et en Aménagements Paysagers

**RELATION ENTRE TRAITS FONCTIONNELS DE PLANTES
DE SERVICES ET LEUR CAPACITÉ A CONTRÔLER DES
ADVENTICES EN BANANERAIES**

Par : Rémi RESMOND



JURY

Soutenu à Angers, le 26 Septembre 2011

Président : Bruno Jaloux

Maître de stage : Raphaël ACHARD

Tutrice : Josiane LE CORFF

Enseignant responsable de l'option : Jean-Charles MICHEL

Autres membres du jury : Mathieu CAROF ; Soulaïman SAKR

"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".

Diffusion du mémoire* (tous les champs sont obligatoires)

À remplir par l'auteur avec le maître de stage.

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité ⁽¹⁾

Mémoire de fin d'études :

Consultable sur place : ☒ oui ☐ non

Reproduction autorisée : ☒ oui ☐ non

Prêt autorisé : ☒ oui ☐ non

Confidentialité absolue : ☐ oui ☒ non
(ni consultation, ni prêt)

Si oui ☐ 1 an ☐ 5 ans ☐ 10 ans


Diffusion de la version numérique : ☒ oui ☐ non

Fiche de résumé du mémoire de fin d'études :

Résumé diffusable : ☒ oui ☐ non

Si oui, l'auteur complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e) **Rémi RESMOND**, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date : 14/09/11 Signature : 

Angers, le 14/09/11

Le Maître de stage⁽²⁾,

Raphaël Achard

L'Enseignant responsable d'option⁽²⁾,

L'auteur,



(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation du Centre d'Angers d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité. (2) Signature et cachet de l'organisme.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens tout particulièrement à remercier Raphaël Achard, mon maître de stage, pour sa disponibilité, son implication, sa motivation ainsi que la confiance et l'autonomie qu'il m'a accordé.

Je tiens ensuite à remercier les autres chercheurs de l'Annexe 2 pour leur disponibilité et leur volonté de partager leurs savoirs, et de m'aider aussi bien pour la rédaction et la forme de ce mémoire que pour la partie statistiques. Merci donc à Dominique Carval, Philippe Tixier, Pierre-François Duyck et Aude Ripoche.

Merci aux autres stagiaires/thésards du CIRAD, Sophie, Greg, Audrey, Saphia, Gaëlle, Rommel, etc. pour tous ces bons moments en dehors du travail, mais aussi au travail pendant des pauses café bien méritées.

Merci aux techniciens (Olivier Birba, José Tanger, Maurice Alier, Camille Hubervic, Jean-Claude Gertrude, Eliane Marville, Georges Ornem, Sandra David) avec qui l'essai a été mis en œuvre : semis, relevés, désherbage manuel, pesée, etc.

Enfin merci au personnel du PRAM pour son accueil et son aide.

Photo de la page de garde : Parcelle expérimentale de bananiers associés à Pueraria phaseoloides sur la station expérimentale CIRAD/PRAM de Rivière-Lézarde.

Table des illustrations

Figure 1 : Carte de Martinique	10
Figure 2 : Pluviométrie et températures mensuelles Juillet 2010 - Juin 2011 sur la station Rivière Lézarde.....	10
Figure 3 : Exemple d'un des blocs du dispositif en Split-plot.....	11
Figure 4 : Photos des 4 espèces de plantes de services testées	12
Figure 5 : Evolution de la biomasse fraîche de <i>P. phaseoloides</i> en fonction du temps.....	16
Figure 6 : Evolution de la surface spécifique (<i>Specific Leaf Area</i>) de <i>P. phaseoloides</i> en fonction du temps	16
Figure 7 : Evolution de la proportion de feuilles par plante (<i>rapport en frais feuilles/(feuilles+tiges)</i>) de <i>P. phaseoloides</i> en fonction du temps	16
Figure 8 : Surface couverte (cm ²) au sol par les feuilles de <i>P. phaseoloides</i>	16
Figure 9 : Evolution de la biomasse fraîche de <i>N. wightii</i> en fonction du temps	17
Figure 10 : Evolution de la surface spécifique de <i>N. wightii</i> en fonction du temps	17
Figure 11 : Evolution de la proportion de feuilles par plante rapport en frais (<i>feuilles/(feuilles+tiges)</i>) de <i>N. wightii</i> au cours du temps.....	17
Figure 12 : Surface couverte (cm ²) au sol par les feuilles de <i>N.wightii</i>	17
Figure 13 : Evolution de la biomasse fraîche de <i>C.pascuorum</i> en fonction du temps	18
Figure 14 : Evolution de la surface spécifique (<i>Specific Leaf Area</i>) de <i>C.pascuorum</i> en fonction du temps	18
Figure 15 : Evolution de la proportion de feuilles par plante (<i>rapport en frais feuilles/(feuilles+tiges)</i>) de <i>C.pascuorum</i> au cours du temps	18
Figure 16 : Surface couverte (cm ²) au sol par les feuilles de <i>C.pascuorum</i>	18
Figure 17 : Evolution de la biomasse fraîche de <i>S. guianensis</i> en fonction du temps	19
Figure 18 : Evolution de la surface spécifique (<i>Specific Leaf Area</i>) de <i>S.guianensis</i> en fonction du temps	19
Figure 19 : Evolution de la proportion de feuilles par plantes (<i>rapport en frais feuilles/(feuilles+tiges)</i>) de <i>S.guianensis</i> au cours du temps.....	20
Figure 20 : Surface couverte (cm ²) au sol par les feuilles de <i>S.guianensis</i>	20
Figure 21 : Simulation de la surface foliaire et du recouvrement (cm ²) en fonction du temps.....	21
Figure 23 : Évolution de la surface spécifique (mm ² /mg) des plantes individuelles et en population de <i>P. phaseoloides</i> en fonction du temps	23
Figure 22 : Évolution de la biomasse fraîche (g) (poids frais d'une plante) des plantes individuelles et en population de <i>P. phaseoloides</i> en fonction du temps.....	23
Figure 24 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de <i>P. phaseoloides</i> en fonction du temps.....	23
Figure 25 : Évolution de la biomasse fraîche (g) (poids frais d'une plante) des plantes individuelles et en population de <i>N. wightii</i> en fonction du temps.....	24
Figure 26 : Évolution de la surface spécifique (mm ² /mg) des plantes individuelles et en population de <i>N. wightii</i> en fonction du temps	24
Figure 27 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de <i>N. wightii</i> en fonction du temps	24

Figure 29 : Évolution de la surface spécifique (mm ² /mg)des plantes individuelles et en population de <i>C. pascuorum</i> en fonction du temps.....	25
Figure 28 : Évolution de la biomasse fraîche (g) des plantes individuelles et en population de <i>C. pascuorum</i> en fonction du temps.....	25
Figure 30 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de <i>C. pascuorum</i> en fonction du temps.....	25
Figure 31 : Évolution de la biomasse fraîche des plantes individuelles et en population de <i>S. guianensis</i> en fonction du temps.....	26
Figure 32 : Évolution de la surface spécifique (mm ² /mg) des plantes individuelles et en population de <i>S. guianensis</i> en fonction du temps	26
Figure 33 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de <i>S. guianensis</i> en fonction du temps.....	26
Figure 34 : Relation entre LAI moyen estimé avec les traits mesurés sur plantes individuelles et les densités observées en population ; et le LAI moyen mesuré sur les populations monospécifiques à 30DAS	28
Figure 35 : Relation entre LAI moyen estimé avec les traits mesurés sur plantes individuelles et les densités observées en population ; et le LAI moyen mesuré sur les populations monospécifiques à 75DAS	28
Figure 36 : Photos de <i>N. wightii</i> et de <i>C. pascuorum</i> à 30DAS	28
Figure 37 : Relation entre le LAI (m ² /m ²) et la lumière transmise sous le couvert végétal de <i>C. pascuorum</i> (monospécifique).....	29
Figure 38 : Moyennes des biomasses /m ² des parcelles "adventices témoins" et "plurispécifiques" par espèces à 30DAS et 75 DAS et erreurs standards associées	32
Figure 39 : Moyennes des LAI (m ² /m ²) des différentes espèces de PdS en présence d'adventices	32
Figure 40 : LAI des différentes espèces à 75 DAS des populations monospécifiques et plurispécifiques	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des variations et des valeurs des différents traits pour chaque espèce	20
Tableau 2 : Résumé des variations des différents traits mesurés et comparaison entre plantes individuelles et plantes en population.....	27
Tableau 3 : Résultats des tests ANOVA des comparaisons des biomasses fraîches mesurées sur les parcelles "population plurispécifique" et les parcelles "adventices témoin" à 30DAS. Détails de l'influence des espèces de PdS sur les différentes catégories d'adventices	31
Tableau 4 : Résultats des tests ANOVA des comparaisons des biomasses fraîches mesurées sur les parcelles "population plurispécifique" et les parcelles "adventices témoin" à 75DAS. Détails de l'influence des espèces de PdS sur les différentes catégories d'adventices	31
Tableau 5 : Résultats des tests ANOVA des comparaisons des traits mesurés entre "populations plurispécifiques" et "population monospécifiques" à 30DAS	34
Tableau 6 : Résultats des tests ANOVA des comparaisons des traits mesurés entre "populations plurispécifiques" et "population monospécifiques" à 75DAS	34

Liste des abréviations

1F : stade première feuille

30Jap1F : 30 jours après l'apparition de la première feuille

Bf : Biomasse fraîche

CIRAD : Centre De Coopération International En Recherche Agronomique pour le Développement

DAS : « Days after sowing », soit le nombre de jours après semis

LAI : « Leaf Area Index », index foliaire, soit la surface foliaire (m^2) rapportée à $1m^2$ de sol

PdS : Plantes de services

PRAM : Pôle de Recherche Agro-environnemental de la Martinique

PRGR : « Potential Relative Growth Rate » soit le taux de croissance potentielle relatif, c'est le rapport entre les biomasses fraîches à deux dates

Rap(F/(F+T)) : Rapport des biomasses fraîches de feuilles rapportée au poids de plante entière (Feuilles + Tige), soit la proportion de feuilles par plantes

SLA : « Specific Leaf Area », la surface spécifique, soit la surface foliaire divisée par son poids de matière sèche ($m^2.kg^{-1}$ ou $mm^2.mg^{-1}$).


	<p>Centre d'Angers</p> <p>Institut National d'Horticulture et du paysage</p> <p>Spécialité : Horticulture option : GDV</p> <p>Enseignant responsable de l'option : Jean-Charles Michel</p> <p>Tutrice : Josiane Le Corff</p>
Auteur(s) : Rémi RESMOND	Organisme d'accueil : CIRAD/PRAM Martinique
Nb pages : 75 Annexe(s) : 8	Adresse : Petit Morne – BP 214
Année de soutenance : 2011	97285 LE LAMENTIN cedex
	Maître de stage : Raphaël Achard
Titre : Relation entre traits fonctionnels de plantes de services et leur capacité à contrôler des adventices en bananeraies	
<p>Résumé :</p> <p>Afin de diminuer l'utilisation d'herbicides en bananeraies, la recherche et les producteurs s'orientent vers l'utilisation de plantes de services en association avec les bananiers. L'approche retenue pour évaluer les potentialités de couverture et de contrôle des adventices par les plantes de services repose sur une caractérisation par traits fonctionnels. Ces traits traduisent les réponses de la plante à une large gamme de conditions environnementales. Cette démarche permet d'analyser le fonctionnement des communautés végétales (plantes de services, adventices) au sein de la bananeraie. L'étude évalue les performances de quatre espèces de Fabacées (<i>Centrosema pascuorum</i>(1), <i>Neonotonia wightii</i>(2), <i>Pueraria phaseoloides</i>(3) et <i>Stylosanthes guianensis</i>(4)) en phase d'installation, avant plantation des bananiers. La caractérisation réalisée en l'absence de compétition intra et interspécifique montre que les espèces (3), (1) et (4) ont les meilleures potentialités de couverture. Cette caractérisation est un bon prédicteur des performances de ces plantes en population au stade jeune (30 jours), avant l'apparition de la compétition intraspécifique entre plantes du couvert. Lors d'une seconde expérimentation, des différences apparaissent entre les traits mesurés auparavant et ceux mesurés en peuplement monospécifique (plantes de services seules) en réponse aux effets de la densité. Les traits varient également entre les peuplements plurispécifiques (plantes de services en présence d'adventices) et monospécifiques. Une réduction significative de la biomasse des adventices par (3) et (1) a été montrée lors de cette étude. Cette approche s'est révélée adaptée pour évaluer les performances des plantes de services en phase d'installation ; cependant, d'autres traits fonctionnels doivent être intégrés pour une évaluation à plus long terme.</p>	
<p>Abstract :</p> <p>In order to reduce herbicide use in banana plantations, the research and the producers moving toward the use of cover crops associated with banana plants. The approach used to assess the potential coverage and weed control by cover crops is based on a characterization by functional traits. These functional traits reflect the response of plants to a wide range of environmental conditions. This allows to analyze the functioning of plant communities (weeds, and cover crops). The study evaluates the performance of four species of Fabaceae (<i>Centrosema pascuorum</i>(1), <i>Neonotonia wightii</i>(2), <i>Pueraria phaseoloides</i>(3) et <i>Stylosanthes guianensis</i>(4)) during the installation phase, prior to banana plantation. The characterization carried out without intraspecific competition shows that species (3), (1) et (4) have the greatest cover potential. This characterization is a good predictor of the performance of these plants in a population at the seedling stage (30 days) before the onset of intraspecific competition between cover crops. During a second field trial, differences appear between traits measured before and those measured in single-species population (cover crops only) in response to the effects of density. The traits also varie between the multi-species stands (cover crops in presence of weeds) and monospecific stands. A significant reduction in weed biomass by (3) and (4) has been shown. This approach is adapted to assess cover crops performances during installation. However, other traits have to be integrated to assess a longer term.</p>	
<p>Mots-clés : plantes de services, plantes de couverture, adventices, bananier, traits fonctionnels</p> <p>Key words : cover crops, weed, banana tree, functional traits</p>	

Table des matières

Introduction.....	1
I. Synthèse bibliographique	3
A. Les plantes de services	3
1. Concepts, définitions	3
2. Effets d'une couverture vivante de plante de services sur le milieu.....	3
3. Effets d'une couverture morte (mulch) sur le milieu	5
4. Effets des plantes de services et des mulchs sur la culture commerciale	6
B. Approche écologique du fonctionnement des couverts plurispécifiques.....	7
1. D'une approche mécaniste, démographique	7
2. ...À une approche holiste, basée sur les traits fonctionnels : définition.....	8
3. Intérêts de cette approche	8
4. Traits fonctionnels liés à la fonction de couverture	9
II. Matériel et méthodes	10
A. Cadre de l'étude et hypothèses testées	10
B. Caractéristiques générales du site expérimental.....	10
C. Espèces étudiées, dispositif expérimental, mise en place et conduite de l'expérimentation...11	
1. Plantes « individuelles »	11
2. Plantes « en population »	11
3. Modalités d'implantation et conduite de l'expérimentation	12
4. Prélèvements et observations	13
D. Analyse statistique des résultats.....	15
III. Résultats	16
A. Caractérisation des plantes individuelles	16
1. <i>Pueraria phaseoloides</i>	16
2. <i>Neonotonia wightii</i>	17
3. <i>Centrosema pascuorum</i>	18
4. <i>Stylosanthes guianensis</i>	19
5. Tableau et graphique récapitulatifs.....	20
6. Discussion sur les résultats des plantes individuelles :.....	22
B. Comparaison des plantes individuelles avec les plantes en population « monospécifique », et fonctionnement en peuplement	23
1. <i>P. phaseoloides</i>	23

2.	<i>N. wightii</i>	24
3.	<i>C. pascuorum</i>	25
4.	<i>S. guianensis</i>	26
5.	Index foliaire (LAI)	27
6.	Relation entre le LAI et la lumière transmise.....	29
7.	Discussion : comparaison plantes individuelles/ plantes en population.....	29
C.	Influence des PdS sur la flore adventice	31
1.	30DAS.....	31
2.	75 DAS.....	31
3.	Discussion : Influence des adventices par les plantes de services	32
D.	Influence de la flore adventice sur les plantes de services.....	34
1.	30DAS.....	34
2.	75DAS.....	34
3.	Discussion : Influence des adventices sur les plantes de services.....	35
IV.	Discussion générale.....	36
A.	Changements d'échelles : de la plante individuelle au fonctionnement du peuplement.....	36
	Perspectives :.....	37
B.	Le LAI et le contrôle des adventices	37
	Perspectives :.....	38
	Conclusion	39
	Annexes.....	41

Introduction

La banane dessert constitue la première culture d'exportations aux Antilles françaises, avec 270 000 tonnes exportées chaque année vers l'Europe, dont 220 000 produites en Martinique (Gervais et al., 2011). Le secteur de la banane est le premier employeur privé des Antilles françaises, avec environ 20 000 emplois directs et indirects pour 833 exploitations réparties sur environ 9000 ha (Gervais et al., 2011). La banane couvre 25 % de la surface agricole cultivée en Martinique et pèse économiquement 54 % de la valeur de la production agricole, ce qui fait d'elle la première production agricole en Martinique (Laurent, 2011). La Martinique est le plus petit département d'outre-mer (1128 km²), avec une forte densité de population de l'ordre de 353 habitants au km² (INSEE, 2011). De ce fait, la pression foncière est importante et peut être considérée comme une importante contrainte pesant sur la filière banane.

En milieu insulaire fragile, les problématiques de pollution par les produits phytopharmaceutiques engendrent une nécessaire remise en cause des pratiques agricoles pour progresser vers des pratiques agricoles durables. Entre 1996 et 2006, l'usage de produits phytosanitaires a déjà été réduit de 72 % grâce à la généralisation des jachères assainissantes et des rotations, de l'utilisation de vitroplants exempts de virus et du piégeage phéromonal du charançon (*Cosmopolites sordidus*). C'est principalement l'utilisation des nématicides et des insecticides qui a été réduite. Aujourd'hui, les herbicides constituent la principale contribution aux quantités de produits phytopharmaceutiques encore appliqués en bananeraies. C'est sur cet aspect que la filière doit encore progresser. Elle s'y est engagée à travers le « Plan Banane Durable », qui a été formalisé pour répondre aux attentes des consommateurs, aux enjeux environnementaux locaux, et aux prérogatives nationales à travers le « Plan Ecophyto 2018 ». Il est articulé autour de deux axes de recherches. L'axe « Systèmes de Culture Innovants » s'intéresse à la mise en place de plantes de services pour la maîtrise des adventices, et l'axe « Nouvelles Variétés » s'intéresse à la création de variétés résistantes à la cercosporiose (jaune et noire) en alternative à l'utilisation de fongicides. L'institut Technique Tropical (IT²), créé pour concrétiser le « plan banane durable » travaille conjointement avec le CIRAD et les groupements de producteurs pour atteindre ces objectifs.

En relation avec cette dynamique, le CIRAD travaille sur la mise au point de systèmes de culture agroécologiques innovants peu consommateurs d'herbicides, adaptés aux contraintes topographiques et pédoclimatiques rencontrées sur les exploitations de Guadeloupe et de Martinique. Le CIRAD s'efforce d'identifier des plantes de services utilisables en association avec le bananier et de proposer des modalités d'intégration dans les différents contextes culturels. Les plantes de services sont un moyen de réintroduire de la biodiversité dans les systèmes de culture et une solution efficace pour le contrôle des adventices (Bàrberi, 2002). Elles peuvent cependant induire une concurrence hydrique et minérale avec la culture commerciale (Den Hollander et al., 2007 ; Caroff et al., 2007a ; Tixier et al., 2011). Les bénéfices attendus doivent être supérieurs aux inconvénients des plantes de services. Aucune plante ne peut satisfaire toutes les exigences, et le choix d'espèces de plantes de services se base sur la recherche du meilleur compromis. C'est dans ce contexte que s'insère la problématique générale de ce mémoire : comment évaluer les capacités de contrôle de la flore adventice par des plantes de services ?

Le choix méthodologique s'est porté sur une approche tirée de l'écologie, l'approche par traits fonctionnels. Les traits fonctionnels sont très fortement corrélés à des fonctionnements /fonctions de la plante (Weiher et al., 1999, Garnier et al. 2001). Un trait fonctionnel est une propriété bien définie mesurable sur des organismes, généralement mesurée à l'échelle de l'individu et utilisée comparativement entre différentes espèces qui affecte fortement les performances de l'organisme (McGill et al., 2006). Cette approche a permis de comprendre, d'analyser et de prédire des peuplements végétaux suivant des gradients de conditions environnementales (Weiher et al., 1999), ou d'utilisations agricoles comme sur les prairies soumises au pâturage (Ansquer, 2009 ; Zheng et al., 2011).

L'approche des traits fonctionnels devrait ainsi permettre d'identifier des traits fonctionnels importants pour expliquer la fonction de couverture et la maîtrise des adventices. Les possibilités de prédiction offertes par cette approche permettraient, à terme, d'alléger les essais agronomiques. En effet, l'utilisation des plantes de services dans les SCV par exemple, nécessitent l'évaluation de nombreuses combinaisons pour proposer des couverts performants (Séguy & Bouzinac, 1999 ; Naudin, 2005).

La présente étude s'intéresse aux relations entre traits fonctionnels de plantes de services et leur capacité à contrôler la flore adventice en vue d'une utilisation en bananeraie. Dans ce travail, les plantes de services ont été étudiées hors bananeraies pour évaluer leurs performances en termes de couverture lors de l'établissement de la couverture vivante sans prendre en compte l'effet d'ombrage du bananier et les phénomènes de concurrence hydrique ou minérale entre couverts. Ceci correspond à la réalité où l'implantation des plantes de couverture (plantes de services) pérennes a lieu préalablement (jachère/interculture, ou avant plantation des vitroplants) ou simultanément à la plantation des bananiers, ce qui implique que leur installation se fait en situation très peu ombragée.

L'objectif est i) de caractériser les traits fonctionnels de différentes plantes de services associés à la fonction de couverture, ii) d'évaluer leur capacité de couverture en peuplement monospécifique et en présence de la flore d'adventice, iii) d'évaluer *in fine* leurs performances en termes de contrôle des adventices.

Ce mémoire s'articule, dans une première partie, autour d'une synthèse bibliographique qui porte sur l'utilisation de plantes de services dans différents systèmes de cultures et leurs effets sur le milieu et la culture ; puis sur le concept de trait fonctionnel et ses applications. Ensuite, une partie est consacrée à la description des essais mis en place pour répondre aux objectifs initiaux et aux hypothèses. Les résultats sont ensuite analysés puis discutés pour aboutir aux conclusions et perspectives de cette étude.

I. Synthèse bibliographique

A. Les plantes de services

1. Concepts, définitions

L'association culturale au sens large consiste à faire pousser plusieurs cultures sur une même parcelle. Les avantages attendus d'une telle pratique résident surtout dans une meilleure utilisation des ressources du milieu (Howard, 1995). Il est ainsi possible pour un agriculteur de cumuler plusieurs récoltes commerciales. Dans d'autres cas, une ou plusieurs des cultures associées sont cultivées dans le but de fournir un « service à la culture ». On parle alors de plantes de services (PdS). Ces plantes peuvent être utilisées en rotation ou en association avec la culture commerciale. Les exemples les plus évidents d'utilisation de plantes de services sont l'enherbement de la vigne, de vergers d'arbres fruitiers, ou encore l'utilisation de *Brachiaria decumbens* en bananeraies à l'interculture (Ternisien & Melin, 1989) ou en rizières (dans les SCV¹, Séguy & Bouzinac, 1999).

2. Effets d'une couverture vivante de plante de services sur le milieu

a. Sur le sol

L'introduction d'une plante de services influe fortement sur le fonctionnement de l'agro-écosystème et tout particulièrement en affectant les différentes composantes de la fertilité du sol. Tout d'abord en modifiant les propriétés physiques des sols, les PdS permettent de lutter contre la dégradation du sol causée par l'érosion (Lal et al., 1991). En surface, les PdS protègent les agrégats du sol de l'action mécanique déstabilisante provoquée par les gouttes de pluies (Gallien, 1995 ; Kwaad et al., 1998). L'action des racines des PdS permet d'augmenter la porosité des sols par la bioporosité qu'elles créent (Dexter, 1991). En augmentant la porosité, elles diminuent très fortement le transport de particules solides par ruissellement, car elles améliorent les capacités d'infiltration du sol.

De plus, les PdS modifient les propriétés chimiques du sol. Elles peuvent par exemple revêtir la fonction de plante piège à nitrate (CIPAN) à l'interculture, dans les zones de culture où l'excès de nitrate est un problème. Elles rendront de nouveau l'azote disponible pour la culture suivante lors de leur destruction (Sainju, 2007) tout en apportant de la matière organique au sol. Les PdS agissent comme une « pompe biologique ». Leur système racinaire participe au recyclage et au transfert des éléments minéraux depuis les horizons profonds vers les horizons de surface, rendant ainsi disponibles les éléments nutritifs pour la culture suivante (Capillon & Séguy, 2002).

b. Sur les bioagresseurs

Les autres effets bénéfiques des PdS concernent la lutte contre les bioagresseurs des cultures. Tout d'abord, elles présentent un intérêt non négligeable face aux nématodes. En ce qui concerne le système de culture bananier, des PdS plantées à l'interculture permettent d'assainir le sol en limitant les possibilités de survie des nématodes parasites du bananier du fait du statut non-hôte de ces PdS comme le *Brachiaria decumbens* par exemple (Ternisien & Melin, 1989).

En culture de tomates, différentes plantes ont été identifiées comme étant suppressives de la bactérie *Ralstonia solanaceum* responsable du flétrissement bactérien des tomates. Des composés

¹ SCV : Semis direct sur Couverture Végétale permanente

allélopathiques permettent de supprimer la bactérie tellurique, alors qu'aucun produit phytopharmaceutique n'est actuellement efficace contre celle-ci (Yu, 1999).

Les PdS peuvent également permettre de diminuer la pression parasitaire de ravageurs. En arboriculture, différentes PdS ont montré des résultats significatifs pour le contrôle de ravageurs. En introduisant une plante de services dans l'agro-écosystème, on augmente la biodiversité végétale qui peut favoriser la présence d'auxiliaires des ravageurs de la culture ciblée (Bugg & Waddington, 1994).

Enfin, les PdS peuvent être utilisées pour lutter contre la flore adventice. La plante de couverture peut en effet limiter le développement des adventices (Liebman & Dick, 1993) en exerçant sur elles une compétition pour la ressource lumineuse, l'eau ou les éléments minéraux (Den Hollander et al., 2007). La compétition pour la lumière peut être représentée par la loi de Beer-Lambert (Debaeke, 1997), selon laquelle le LAI est relié à la lumière interceptée, selon une relation exponentielle négative (généralisation de la relation entre concentration d'une solution et absorption lumineuse). Mais l'efficacité de contrôle de la flore adventice dépend de la nature du couvert (Carof et al, 2007a), la sélection de l'espèce de plante de services est donc déterminante.

Les PdS, en occupant une niche écologique semblable à celle occupée par les adventices, vont modifier le milieu pour le rendre défavorable à la croissance des adventices (Teasdale, 2007). En effet, l'établissement d'un couvert végétal a pour principale conséquence une importante interception lumineuse. Or en présence d'adventices, c'est bien la compétition lumineuse qui est le premier facteur de régulation de leur peuplement dans les cultures (Baumann, 2001). Un couvert végétal dense formé par la plante de services peut ainsi inhiber la germination de graines adventices en modifiant et en rendant défavorable le ratio rouge/rouge lointain et en augmentant l'amplitude thermique journalière au niveau du sol, facteur requis pour lever la dormance de nombreuses graines d'adventices (Teasdale & Daughtry, 1993). Elles vont également limiter leur croissance en concurrençant leur accès aux ressources hydriques et minérales. La concurrence entre adventice et PdS se solde également par une diminution du nombre de graines produites par les adventices (Mohler & Calloway, 1995). Des composés allélopathiques produits par les plantes de services (composés polyphénoliques et exsudats racinaires toxiques) vont également permettre de réduire le salissement de parcelle par la flore adventice comme le montrent diverses études (De Raissac, 1998 Kruidhof, 2008 ; Alsaadawi & Dayan, 2009 ; Kremer et Ben-Hammouda, 2009). Toutefois, il est parfois difficile de séparer l'effet allélopathique de l'effet de la compétition pour les ressources du milieu.

Cependant, le succès d'une plante de couverture pour éliminer les adventices dépend des espèces d'adventices présentes sur la parcelle. (Hiltbrunner et al., 2007), et elle va exercer une pression de sélection sur les adventices menant à la subsistance des espèces les mieux adaptées au système. Des espèces pérennes et des espèces annuelles ayant de grosses graines aux faibles besoins en lumière pour leur levée de dormance et des réserves suffisantes pour pénétrer le couvert seront les plus aptes à s'établir et à se reproduire dans un mulch (Teasdale, 2003). Des espèces ayant la même phénologie que la plante de couverture et réussissant à survivre à la présence de celle-ci peuvent devenir problématiques (Teasdale, 2003).

3. Effets d'une couverture morte (mulch) sur le milieu

a. Effets sur le sol

Tout d'abord, diminuer l'évaporation directe d'un sol cultivé permet d'augmenter l'humidité du sol et donc les ressources en eau dans le sol disponibles pour les plantes (Xie et al., 2006). Un mulch va ainsi permettre d'entraver le transport de vapeur d'eau hors du sol (Fuchs, 2011). Toutefois, sa résistance au transport de l'eau retarde, mais ne prévient pas de l'évaporation (Yuan et al., 2009). Ceci est également lié à la diminution de la température engendrée par la présence du mulch.

En outre, la dégradation progressive du mulch ou son incorporation par labour apporte progressivement de la matière organique au sol. Cet apport de matières organiques constitue une source de carbone, source nécessaire à la croissance des micro-organismes (Angers & Caron, 1998) dont la présence permet de stimuler et d'améliorer l'activité biologique des sols améliorant dans le même temps la minéralisation et la disponibilité en azote minéral dans le sol (Hartwig & Ammon, 2002). Cela participe à l'augmentation de la porosité (Kushwaha et al., 2000*) et améliore ainsi les capacités d'infiltration du sol. De plus, la stimulation de la vie microbienne permet d'améliorer la minéralisation. L'utilisation de mulchs augmente ainsi la disponibilité en azote pour la culture suivante (Hartwig & Ammon, 2002).

b. Effets sur les bioagresseurs

Lorsque des PdS sont détruites et leurs résidus laissés à la surface du sol sans labour, de nombreux facteurs vont contribuer à la suppression de la flore adventice (Teasdale 1998, Liebman & Mohler, 2001). L'absence de labour lui-même diminue l'émergence d'adventices, car des graines qui ont besoin d'une brève exposition à la lumière durant l'opération de labour ne pourront amorcer leur germination (Ballar et al. 1992). Ensuite, c'est la présence de résidus à la surface du sol qui va limiter l'émergence d'adventices grâce à l'interception lumineuse et la modification de la température au sol opérées par le mulch. De ce fait, des espèces de PdS produisant d'importantes quantités de biomasse améliorent la suppression des adventices en laissant au sol d'importantes quantités de résidus laissant moins passer la lumière au niveau du sol. L'interception lumineuse opérée par le mulch va inhiber la germination de graines adventices en modifiant le ratio roue/rouge lointain, et en modifiant l'amplitude thermique journalière (Teasdale & Mohler, 1993; Liebman & Mohler, 2001). Des espèces vigoureuses, bien adaptées au climat et plantées à une date optimale vont être utiles à ces fins. Par exemple, *Vigna unguiculata* (L) walp, adaptée à des conditions chaudes et sèches, va produire une grande quantité de résidus qui vont efficacement supprimer les adventices (Hutchinson & McGiffen, 2000). L'efficacité de ces mulchs est toutefois supérieure sur des espèces annuelles produisant de petites graines et qui ont besoin de lumière pour germer alors que des espèces annuelles produisant de grosses graines ou des espèces pérennes sont relativement insensibles.

Ces plantes doivent se dégrader lentement pour étendre la période durant laquelle leur contrôle de la flore adventice est efficace. Il est donc préférable d'utiliser des plantes ayant un fort rapport C/N (Mohler & Teasdale, 1993). Un mulch peut être plus ou moins efficace suivant différentes propriétés physiques mesurables telles que la densité, la surface de mulch, le volume de fraction solide, etc. (Teasdale and Mohler, 2000) (teasdale FAO).

L'allélopathie constitue une part importante du mécanisme de contrôle de la flore adventice par un mulch (De Raissac, 1998). Les composés allélopathiques peuvent être libérés directement par les résidus de culture (mulch), ou produit par des microorganismes qui utilisent les résidus végétaux comme substrat (Kruidhof, 2008). Les mulchs de Brassicacées sont par exemple reconnus pour leur

effet allélopathique par la production de glucosinate ([Gardiner 1999](#)) ; de nombreuses légumineuses, comme le trèfle rouge, libèrent également des composés phénoliques aux propriétés allélopathiques ([Ohno, 2000](#)).

4. Effets des plantes de services et des mulchs sur la culture commerciale

Les PdS² peuvent être implantées pour répondre à différents types d'objectifs, principalement des objectifs liés à la qualité du sol, ou au contrôle des bioagresseurs. Mais elles peuvent également impacter négativement la culture commerciale.

a. Les effets indésirables des PdS sur la culture

L'introduction d'une PdS dans l'agroécosystème peut avoir des conséquences néfastes vis-à-vis des bioagresseurs. Les PdS peuvent être hôtes de nématodes parasites de la culture, de ravageurs non-présents initialement. Elles modifient également les possibilités de déplacement des arthropodes au sein de la parcelle, et peuvent ainsi nuire à l'efficacité de prédation ou de parasitisme d'auxiliaire privilégiant des déplacements terrestres. Par le microclimat qu'elles induisent, elles peuvent aussi favoriser la présence de parasites fongiques s'attaquant à la culture commerciale ou aux auxiliaires.

Mais le principal effet néfaste lié à l'introduction de PdS réside dans la compétition induite par celles-ci. Cette compétition peut avoir lieu pour les ressources minérales, hydriques ou lumineuses. Cela se traduit par une baisse ou des retards de croissance, des carences en éléments minéraux entraînant pertes de qualité ou de rendement de la culture commerciale ([Carof et al., 2007b](#)). Par exemple, [Den Hollander \(2007\)](#) a montré d'importantes réductions du rendement du poireau en association avec le trèfle et [Carof \(2007 b\)](#) des diminutions de rendement du blé associé avec différentes espèces de Poacées et de Fabacées. Par exemple, l'enherbement de la vigne peut entraîner des diminutions de croissance végétative et de rendements importantes ([Celette 2007,](#)), influencer négativement sur la qualité des baies ([Rodriguez-Lovelle et Gaudillère, 2002](#)), ou encore causer des problèmes lors de la fermentation (trop forte diminution de la teneur en azote des moûts ([Ferrari, 2002](#))). Mais ces effets négatifs doivent être relativisés, car les effets des PdS sont dépendants du contexte étudié. Un contexte climatique défavorable et/ou des ressources minérales insuffisantes peuvent être la cause de la compétition inter-espèces, i.e des ressources suffisantes auraient permis de n'impacter aucune des deux cultures.

b. Gestion des PdS afin d'éviter les effets néfastes

Les interactions complexes entre plante de services et culture commerciale doivent être maîtrisées de sorte que la plante de services reste bien établie et que les rendements de la culture commerciale soient suffisants. Pour faire face aux problèmes de compétition (hydrique, minérale, et/ou lumineuse), on peut agir directement sur la PdS et son développement en cherchant à diminuer sa croissance par des méthodes chimiques ou mécaniques ([Grubinger & Minotti, 1990](#); [Brandsaeter et al., 1998](#), [Carof, 2007a](#)). L'itinéraire technique peut être modifié. Une date de plantation optimale de la PdS peut amoindrir les phénomènes de compétition inter-espèces ([Illicke & Enache, 1992](#); [De Haan et al., 1994](#)). [Baumann et al. \(2000\)](#) ont également proposé l'introduction d'une autre culture commerciale compétitive vis-à-vis de la plante de services afin de minimiser les conséquences financières d'une réduction de rendement de la culture commerciale. Cette dernière solution envisagée semble difficile à mettre en œuvre, car elle augmente le niveau de complexité de

² PdS : plantes de services

l'agroécosystème, elle oblige l'exploitant à gérer encore une culture supplémentaire. La solution la plus simple est de chercher des espèces moins compétitives (Den Hollander et al., 2007).

c. Les effets attendus de l'association : concepts d'écologie

La vision agronomique des avantages et inconvénients des PdS sus-cités est insuffisante pour comprendre les interactions entre PdS et culture commerciale. Les apports de l'écologie sur ces questions sont indéniables. La manière dont la diversité biotique et les fonctions de l'écosystème sont reliées est aujourd'hui considérée comme l'une des questions fondamentales de l'écologie (Malézieux et al, 2009, Hobbs & Morton, 1999). La compréhension des interactions entre plantes et communautés végétales s'appuie sur un canevas tissé par les écologues reposant sur trois principes : la complémentarité, la facilitation et la sélection d'espèces possédant des traits particuliers (Erskine 2006).

Les associations culturales reposent sur une hypothèse simple, la complémentarité. Cette hypothèse de complémentarité propose que la diversité d'espèces permette un accès et une utilisation plus efficaces de ressources limitantes du système, car elle contient des espèces ayant diverses gammes d'attributs écologiques (Kelty, 1992). Il existe donc une complémentarité d'utilisation de ces ressources entre les deux espèces (Willey, 1979).

L'hypothèse de facilitation suggère que la productivité peut être augmentée lorsque certaines espèces, comme les légumineuses fixatrices d'azote par exemple, améliorent la croissance d'autres espèces (Binkley et al., 2003; Forrester et al., 2006). Plus généralement, la première culture améliore les conditions de milieu pour la seconde culture : réduction de maladies, contrôle des adventices, etc. On retrouve ici les effets bénéfiques présentés auparavant.

Le principe de sélection suppose que, le système contenant un grand nombre d'espèces, les probabilités sont plus élevées qu'il y ait des espèces adaptées aux conditions limitantes du système (Erskine, 2006). Par extension, cela peut permettre une meilleure adaptabilité du système face à des fluctuations environnementales à travers une réponse asynchrone des différentes espèces. Ce troisième point est peut-être moins pertinent en ce qui concerne les PdS, étant donné qu'un nombre restreint de PdS sont généralement introduites, même en mélange.

B. Approche écologique du fonctionnement des couverts plurispécifiques

L'écologie semble être la science la plus à même de décrire, de comprendre et de prédire le fonctionnement de communautés végétales au sein d'un écosystème. L'écologie des communautés, l'écologie fonctionnelle et l'écologie comparative sont trois sous disciplines de l'écologie qui semblent intéressantes dans ce domaine.

1. D'une approche mécaniste, démographique ...

L'écologie des communautés a longtemps suivi une approche mécaniste basée sur la démographie. Les méthodes consistent en de simples comparaisons des interactions par paires d'espèces (MacArthur, 1968) et se basent sur des données démographiques par espèce : naissance, mort, émigration, immigration. Cela peut expliquer l'assemblage d'écosystèmes contenant peu d'espèces, mais s'avère insatisfaisant pour des écosystèmes plus complexes, et les conclusions tirées ne peuvent être élargies à d'autres écosystèmes dans des conditions environnementales différentes. Récemment encore, Lawton (1999) suggérait que l'écologie des communautés « is a 'mess' », que l'on traduira par vaste bazar... Simberloff (2004) arguait qu'aucune règle générale ne peut être

énoncée face à la complexité de la nature. Certaines écologues croient au contraire dans la faisabilité et l'intérêt de l'écologie des communautés en se basant sur des approches différentes.

2. ...À une approche holiste, basée sur les traits fonctionnels : définition

Historiquement, la plupart des approches retenues dans l'écologie des communautés étaient donc démographiques et mécanistes. On relève cependant deux approches minoritaires dans l'histoire de l'écologie qui se sont détachées des simples noms latins des espèces et de leur assemblage. La première est celle utilisée par les géographes des plantes, qui se sont intéressés aux propriétés morphologiques des plantes et sur la façon, en moyenne, dont ces morphologies changent en fonction de variables climatiques (température, précipitations, etc.) (Warming & Vahl 1909, Holdridge 1947, Box 1995, 1996). La seconde méthode est basée sur la notion de « stratégies écologiques » (Southwood, 1977). Récemment, une approche différente a vu le jour, et se base sur des postulats simples. Lorsque l'on regarde une végétation, on peut se concentrer sur les choses que l'on voit (espèces de plantes) ou sur les propriétés de ces choses (taille, surface foliaire, etc.) (Shipley, 2010). Les propriétés de ces choses sont des « traits ». On parle de traits fonctionnels pour décrire des mécanismes phénologiques et physiologiques de plantes (croissance, établissement du couvert, etc.). Cette notion permet d'étudier des êtres vivants du niveau de l'organisme à celui de l'écosystème (Lavorel & Garnier 2002).

Malgré l'utilisation fréquente de cette notion, celle-ci n'est pas toujours utilisée à bon escient et encore moins en ce qui concerne les concepts qui lui sont sous-jacents (Violle et al. 2007). Les auteurs ajoutent même que le concept de traits fonctionnels prête encore plus à confusion du fait de nombreuses utilisations erronées. Pour eux, un trait est une caractéristique morphologique, physiologique, ou phénologique mesurable au niveau de l'individu, de la cellule jusqu'au niveau de l'organisme entier, sans référence à l'environnement ou aucun autre niveau d'organisation. Pour d'autres, ces traits sont des mesures morphologiques et physiologiques d'attributs qui affectent significativement l'ensemble des performances de la plante, et donc, *a priori*, les principales composantes de la fitness : la survie, la croissance et la reproduction (Enquist 2007). Ici on retiendra la définition suivante : un trait est une propriété mesurable sur des organismes, bien définie généralement mesurée à l'échelle de l'individu et utilisée comparativement entre différentes espèces. Un trait fonctionnel est un trait qui affecte fortement les performances de l'organisme (McGill et al, 2006). Les traits fonctionnels sont très fortement corrélés à des fonctionnements/fonctions de la plante (Weiher et al 1999, Lavorel et al, 2002). Les traits sont pertinents pour comprendre les réponses de la végétation à une large gamme de facteurs environnementaux (Weiher et al 1999). On parle alors de traits de réponse et de traits d'effets. La recherche de relations entre des traits morphologiques, physiologiques et phénologiques et des traits de performance est une quête encore en cours de l'écologie végétale (Ackerly et al. 2000, Geber & Griffen 2003).

3. Intérêts de cette approche

Cette approche est de plus en plus prise en compte pour prédire les changements dans la végétation liés au changement global (CO₂, hausses et baisses de températures). Les traits fonctionnels permettent en effet de déterminer si une espèce de plante est capable de s'installer, de survivre ou d'accroître son abondance sous différentes conditions environnementales ou sous différents processus dans un écosystème. En interprétant les traits de réponses, les écologues peuvent mieux comprendre les mécanismes sous-jacents au processus. De plus, examiner les traits au lieu des espèces est très utile

à des fins de prédiction. L'approche des traits fonctionnels a ainsi permis de prédire l'assemblage de communautés végétales (McGill, 2006 ; Kazakou, 2006), de prédire la productivité d'un écosystème (Vile, 2006), de comprendre les variations concernant la composition des communautés le long d'un gradient environnemental. L'approche des traits fonctionnels est donc la plus à même d'expliquer, de comprendre et de prédire les interactions entre PdS et flore adventice dans notre cas

4. Traits fonctionnels liés à la fonction de couverture

En ce qui concerne la fonction de couverture offerte par des PdS, différents traits peuvent être mesurés afin de tenter d'expliquer, *a priori*, cette couverture. La biomasse fraîche est une mesure simple permettant de mesurer la croissance des PdS dans le temps, avec comme hypothèse implicite qu'une forte biomasse offre de fortes potentialités de couverture. La matière sèche des feuilles et des plantes entière (feuilles+tiges) permet de connaître la production de matière carbonée par les plantes (Cornelissen et al., 2003). Cette mesure est liée à la densité moyenne des tissus. La surface spécifique représente la surface d'une feuille fraîche divisée par sa propre matière sèche (exprimée en $\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$ ou en $\text{mm}^2.\text{g}^{-1}$). Cette mesure est souvent positivement corrélée au taux de croissance potentiel relatif (ou *mass-based maximum photosynthetic rate*) (Cornelissen et al. 2003). Des valeurs basses tendent à correspondre à de forts investissements de la plante dans des "défenses" foliaires, au lieu de croître en biomasse ou en nombre de feuilles. Des valeurs hautes de SLA doivent donc offrir de bonnes potentialités de couverture. Les traits fonctionnels permettent ainsi de caractériser des plantes d'espèces différentes suivant des critères simples. Ils fournissent une base de compréhension de mécanismes, et peuvent faciliter, à terme, l'évaluation des potentialités de contrôle de la flore adventice par des PdS.

II. Matériel et méthodes

A. Cadre de l'étude et hypothèses testées

L'essai s'intéresse aux relations entre traits fonctionnels de plantes de services et leur capacité à contrôler des adventices en bananeraies. Tout d'abord, on s'est focalisé sur la caractérisation de plantes de services par la description et l'analyse de traits fonctionnels reliés à la fonction de couverture. Pour ce faire, des parcelles de plantes dites « individuelles » ont été étudiées. Ce sont des parcelles où l'on a maîtrisé la densité de peuplement par des interventions répétées visant à diminuer la densité de PdS au cours du temps de sorte que chaque plante ait des conditions lumineuses, hydriques et minérales optimales pour son développement. Ensuite, on s'est intéressé à la comparaison de « plantes individuelles » et de « populations monospécifiques ». Les mêmes traits fonctionnels reliés à la fonction de couverture ont ainsi été mesurés sur des individus extraits des « populations monospécifiques ». Un essai « population monospécifique » et « plurispécifique » a ainsi été conduit afin d'évaluer le contrôle de la flore adventice par les différentes espèces de PdS. On a ainsi pu comparer les traits mesurés sur des plantes en « population monospécifique », sans adventices, avec ceux mesurés sur des plantes en « population plurispécifique », en présence d'adventices.

Deux hypothèses ont ainsi été testées:

H1) En couvert monospécifique, il est possible de prédire l'installation d'un couvert végétal pour une espèce donnée à partir des traits fonctionnels observés en plantes individuelles ;

H2) Le contrôle de la flore adventice par la PDC s'explique par le LAI des PdS

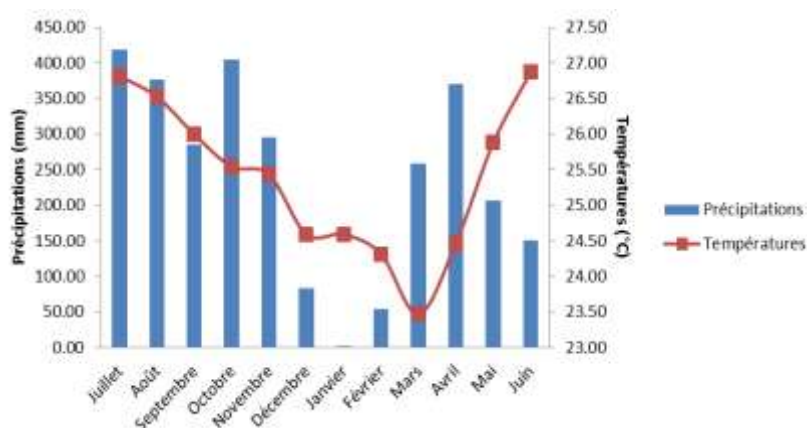
B. Caractéristiques générales du site expérimental

L'essai s'est déroulé sur une zone d'expérimentation à la station expérimentale de Rivière Lézarde, au Lamentin au centre de la Martinique (Figure 1). Le sol est de type nitisol, soit un sol brun peu évolué à halloysites (Colmet-Daage, 1969) (cf. carte des sols, Annexe I). C'est un sol issu des projections volcaniques de cendres ou de ponces perméables. La pluviosité annuelle avoisine les 3000 mm et la température moyenne annuelle est de 25°C environ. Deux saisons se succèdent au cours de l'année. La saison sèche, appelée Carême, s'étend de janvier à juin avec une pluviosité mensuelle variant de 96 à 198 mm et des températures moyennes mensuelles comprises entre 24 et 26 °C. La saison humide, ou hivernage, s'étend de juillet à décembre avec une pluviosité mensuelle de 232 à 328 mm et des températures moyennes mensuelles de 26 °C.



Figure 1 : Carte de Martinique

Source : CIRAD-PRAM



Source : CIRAD-PRAM

Figure 2 : Pluviométrie et températures mensuelles Juillet 2010 - Juin 2011 sur la station Rivière Lézarde.

C. Espèces étudiées, dispositif expérimental, mise en place et conduite de l'expérimentation

L'essai s'est déroulé en plein champ, sans bananiers, sur sol fraîchement travaillé (cf Itinéraire Technique, Annexe II) afin de comparer l'efficacité de contrôle des PdS et de décrire les traits fonctionnels de ces plantes liés à la maîtrise des adventices. Quatre espèces de Fabacées (cf. Annexe III) ont été retenues pour l'essai du fait de leurs potentialités de couverture, et de leur statut non-hôte de nématodes parasites du bananier.

Afin de tester nos deux hypothèses, le dispositif expérimental se divise en deux parties :

- les plantes « individuelles »,
- les plantes « en population » (mono et plurispécifique).

1. Plantes « individuelles »

L'essai « plantes individuelles » repose sur une parcelle de 2,5 m x 2,5 m pour chaque espèce, en bordure du dispositif « plantes en population » (*pas d'effet bordure pour autant, car une véritable bordure de végétation spontanée a été mise en place autour de la parcelle d'essai*). On nomme cette partie de l'essai « individuelle », car ces parcelles ont été éclaircies tout au long de l'essai. Des plantes ont été aléatoirement enlevées de ces parcelles individuelles pour que les plantes aient suffisamment d'espace pour se développer. La densité a ainsi été maîtrisée pour que les plantes puissent croître dans des conditions hydriques, minérales et lumineuses optimales (sans concurrence intraspécifique, sans facteurs limitant). Chaque plante individuelle constitue, une répétition. On a pu caractériser les plantes individuelles espèce par espèce selon différents traits fonctionnels (*voir paragraphe 4b. Mesures sur les PdS*), et comparer ces traits à ceux mesurés sur les plantes en peuplement monospécifique de la même espèce.

2. Plantes en population

L'essai « populations » (mono et plurispécifiques) est basé sur un plan en split-plot à 6 blocs (6 répétitions), avec 2 facteurs (2 niveaux) (cf. plan complet, Annexe IV et la Figure 3) :

- L'espèce de plante de services, avec quatre modalités :
 - *Pueraria phaseoloides*
 - *Neonotonia wightii*
 - *Centrosema pascuorum*
 - *Stylosanthes guianensis*
- La présence ou l'absence d'adventices (2 modalités) :
 - 0 Adv: absence
 - + Adv : présence

Le facteur « espèce » est randomisé dans les blocs. Chaque sous-parcelle mesure 2,5 x 2,5 m.

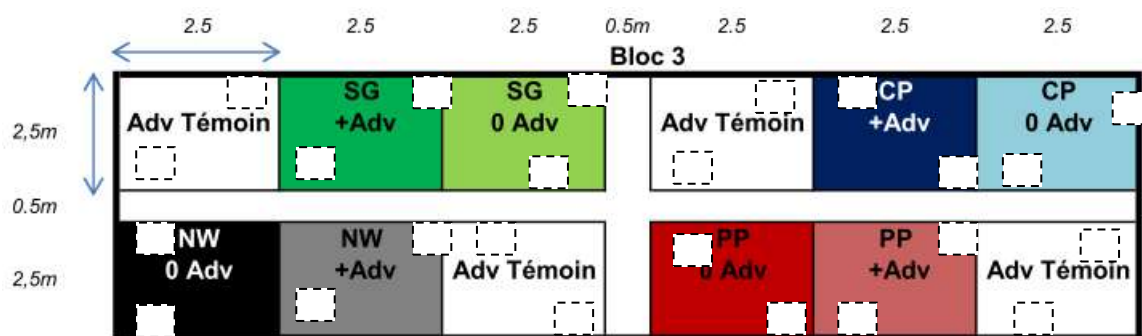


Figure 3 : Exemple d'un des blocs du dispositif en Split-plot (6 blocs équivalents à celui ici, avec tirage aléatoire des espèces au sein du bloc, et les 2 facteurs (présence ou absence d'adventices) juxtaposés)

Légende :

CP : *Centrosema pascuorum*
NW : *Neonotonia Wightii*

PP : *Pueraria Phaseoloides*
SG : *Stylosanthes guianensis*

Adv Témoin : adventices seules
+ Adv : présence d'adventices
0 Adv : absence d'adventices, plante de services seules

Une sous-parcelle « adventice témoin» a été ajoutée en supplément aux deux sous-parcelles de PdS (mono et plurispécifique). Cette sous-parcelle d'adventices sert de témoin pour la croissance de la flore adventice.

3. Modalité d'implantation et conduite de l'expérimentation

(cf. détails de l'itinéraire technique, Annexe II)

- Implantation sur sol nu fraîchement travaillé, précédant 1an de jachère spontanée/bananeraie,
- Semis en ligne tous les 15 cm au semoir manuel, (*avec des doses de semis calculées qui tiennent compte du taux de germination de chaque espèce, pour obtenir en théorie une graine tous les 5cm sur une ligne de semis*),
- Désherbage manuel des plantes individuelles et des plantes en population (monospécifique) toutes les 3 semaines,
- Éclaircissement sur plantes individuelles à chaque observation,
- désherbages manuels des plantes individuelles et en population (monospécifique) toutes les 3 semaines.



Figure 4 : Photos des 4 espèces de plantes de services testées, dans l'ordre *Centrosema pascuorum*, *Neonotonia wightii*, *Pueraria phaseoloides*, et *Stylosanthes guianensis* (source : www.tropicalforage.info)

4. Prélèvements et observations

a. Modalités de prélèvement

• Pour l'essai « individuelles », entre 5 et 10 plantes ont été prélevées pour chaque espèce à chaque relevé afin de mesurer les traits fonctionnels de chaque plante. Les mesures ont été effectuées :

- au stade première feuille (1 F³),
- 30 jours après semis (30DAS⁴),
- 30 jours après apparition de la première feuille (30jap1F⁵),
- 60 jours après semis (60DAS)
- et environ 75 jours après semis (75DAS).

• Pour l'essai « population », les prélèvements se sont articulés autour de 2 placettes de 50x50cm relevées sur chaque sous parcelle (2 placettes pour les parcelles « **monospécifiques** », 2 placettes pour les parcelles « **plurispécifiques** », et 2 placettes pour les parcelles « **Adventices témoins** »). Ces 2 placettes sont considérées comme 2 répétitions sur chaque sous-parcelle. L'ensemble des plantes dont la base se trouvait dans la délimitation de la placette étaient prélevées en sectionnant leur tige le plus près possible du sol, au-dessus du collet racinaire.

Dans l'ensemble des plantes prélevées par placette, un échantillon de plantes de l'espèce semée a été extrait pour les mesures de traits fonctionnels à l'échelle de l'individu: 5 plantes à 30 DAS, 2 à 75DAS (soit respectivement 120 et 48 plantes prélevées pour chaque relevé). On appellera ces plantes les « plantes extraites de la population ». Ces mesures de traits fonctionnels à l'échelle de l'individu ont ensuite été agrégées à la placette. Les mesures ont été effectuées :

- au stade 1 feuille (dizaine de plantes par sous-parcelle),
- 30 jours après semis (DAS) (2 placette par sous-parcelle de 50 x 50 cm)
- 75-80 jours après semis (DAS) (2 placette par sous-parcelle de 50 x 50 cm)

b. Mesures sur les plantes de services sur les parcelles individuelles et en population

- Sur le terrain :

Avant de prélever les placettes des plantes en population (« monospécifique » et « plurispécifique »), nous avons réalisé des mesures de :

• L'Interception Lumineuse

La quantité de lumière interceptée par un couvert est représentée par le coefficient d'interception :

$$\varepsilon = \frac{PAR_i}{PAR}$$

où PAR représente le rayonnement photosynthétiquement actif incident (exprimé en Joules ou en moles de photons) et PAR_i la part de ce dernier interceptée par le couvert.

L'interception lumineuse a été mesurée à l'aide de 2 capteurs de rayonnement PAR :

- un capteur⁶ est placé au-dessus du couvert et mesure la quantité de lumière solaire incidente,

³ 1F : stade première feuille

⁴ DAS : « Days after sowing », soit le nombre de jours après semis.

⁵ 30Jap1F : 30 jours après l'apparition de la première feuille

⁶ Capteur P.A.R. « JYP 1000 », SDEC France®

- une barre de capteurs⁷, placée horizontalement sous le couvert, mesure la lumière transmise par le couvert sur 30 cm, la mesure de ce capteur étant étalonnée par rapport au premier par une série de mesures simultanées en plein soleil (cf. Annexe V).

Deux mesures sont réalisées dans la zone centrale de la placette à 25 cm de distance (pour s'assurer que la mesure de lumière soit représentative de la placette de 50x50 cm) ; deux enregistrements des valeurs des mesures sont réalisées (pour intégrer des variations instantanées, liées notamment aux effets du vent sur le couvert).

Aucune mesure de lumière ne fut déterminée sur les plantes individuelles.

Après prélèvement, les plantes étaient ensuite placées dans un dispositif isotherme conservant la fraîcheur des végétaux afin d'effectuer l'ensemble des mesures suivantes en laboratoire.

▪ Au laboratoire :

• **La Biomasse Fraîche :**

La **biomasse fraîche** (Bf) globale de la PdS a été mesurée par pesée pour chaque placette. Le nombre de PdS par placette a également été relevé pour connaître la densité et calculer la biomasse moyenne par plante.

Sur les « plantes extraites de la population » et les « plantes individuelles » ont été déterminées la Bf des feuilles, et la Bf des tiges. Les pesées sont réalisées sur des balances d'une précision à 10^{-4} g, pour des poids inférieurs à 1 g, et 10^{-2} dans les autres cas.

• **Surface spécifique (SLA⁸ *Specific Leaf Area*):**

La **surface spécifique** a été déterminée sur les « plantes extraites de la population » et sur les « plantes individuelles ». Elle représente la surface d'une feuille fraîche divisée par sa propre matière sèche. La surface des feuilles a été mesurée à l'aide d'un scanner, les feuilles étant placées, sans se toucher, sur fond blanc puis scannées en noir et blanc. L'image est ensuite traitée avec le logiciel d'imagerie numérique « ImageJ[®] » qui, après conversion binaire de l'image, identifie des objets et calcule leur surface en pixels. Une simple conversion à partir de la résolution de l'image scannée (pixels/pouces) permet de connaître la surface foliaire totale d'une plante. La surface spécifique peut ensuite être déterminée à l'aide du poids sec de feuilles ($SLA = Surface (m^2) / poids\ sec\ de\ feuilles (kg)$ ou en $mm^2.mg^{-1}$).

• **La matière sèche :**

Après pesée et/ou scan, les plantes et lots de plantes (plantes en population) ont été placés à l'étuve à 70 °C pendant 72 h. Chaque plante (individuelle ou extraite de la population) et chaque lot de plantes en population étaient préalablement identifiés et séparés les uns des autres. La **matière sèche** des feuilles et tiges de chaque plante (individuelle et extraite de la population) et la matière sèche totale des différents lots de plantes ont ainsi été déterminés après séchage, à l'aide de deux balances (précision 10^{-2} ou 10^{-4} g).

• **Le recouvrement:**

Celui-ci a été estimé à partir de photos prises à l'aide d'une potence située à 1 m du sol, permettant de toujours prendre les photos à angle droit par rapport au sol. Les photos sont ensuite traitées avec le logiciel d'imagerie numérique Adobe Photoshop[®], de sorte à déterminer un nombre de pixels pour la surface couverte par les végétaux. Cette surface est ensuite convertie en cm^2 grâce à la présence d'un objet posé au sol à côté des végétaux, dont les dimensions sont connues.

⁷ Capteur « 3668i6 Quantum Light 6 Sensor Bar Quantum, Spectrum[®] »

⁸ SLA : « Specific Leaf Area », surface spécifique, soit la surface foliaire de feuilles fraîches divisées par leur poids sec

- **L'indice foliaire (LAI) :**

Il correspond à une surface foliaire rapportée à une surface au sol ($\text{m}^2.\text{m}^{-2}$). Il a été calculé grâce aux mesures citées auparavant, soit :

$(\text{SLA moyen par plante de la placette } (\text{cm}^2/\text{g})) \times (\text{biomasse sèche totale de la placette } (\text{g})) \times (\text{Rapport (en sec) Feuilles/ (Feuilles + Tiges)}) / 2500^9 (\text{cm}^2)$

c. Traits mesurés sur la flore adventice

La "**biomasse fraîche**" et la "**matière sèche**" des adventices présentes sur les parcelles « plurispécifiques » et sur les parcelles « Adventices Témoin » ont également été mesurées. Les adventices ont d'abord été triées et classées en différentes catégories. Les catégories sont représentatives de la flore adventice dominante sur la parcelle. Regrouper les adventices par catégories a permis d'affiner l'estimation de la pression adventice, et de suivre son évolution au cours du temps, catégorie par catégorie. 6 catégories ont été dégagées:

- les « **Grandes graminées** » (plus grandes que les PdS, principalement du *Sorghum Halepense*),
- les « **Petites graminées** » (plus petites que les PdS, principalement du *Cynodon dactylon*, *Digitaria horizontalis*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica*, *Paspalum conjugatum*,),
- les « **Euphorbes** » (*Euphorbia heterophylla*),
- les « **Akayas blanches** » (*Cleome rutidosperma*),
- les « **Graines en bas feuilles** » (Grèn anba fèy : *Phyllanthus amarus*, *Phyllanthus urinaria*)
- et une catégorie plus générale « **divers dicotylédones** », car l'abondance et la diversité des dicotylédones non répertoriées dans les catégories sus-citées étaient très faibles sur la parcelle d'essai (principalement *Amaranthus dubius*, *Chamaesuce hirta*, *Emilia fosbergii*, *Momordica charantia*, *Oldenlandia corymbosa*, *Solanum tortum*,).

Les principales espèces d'adventices sus-citées sont décrites dans l'Annexe VI.

D. Analyse statistique des résultats

Les résultats ont été analysés à l'aide du logiciel libre de statistique R®. Les analyses ont consisté en des analyses de variance (ANOVA), analyses de covariance (ANCOVA) et des régressions linéaires.

La biomasse correspondait à une croissance exponentielle, elle a donc subi une transformation ($\log+1$).

⁹ 2500 cm^2 = surface de la placette,

III. Résultats

A. Caractérisation des plantes individuelles

1. *Pueraria phaseoloides*

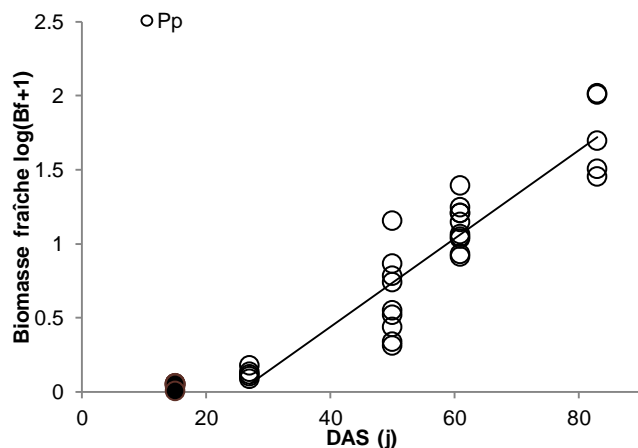


Figure 5 : Evolution de la biomasse fraîche de *P. phaseoloides* en fonction du temps (Days After Sowing). ($y = 0.029x - 0.65$; $R^2 = 0.86$; $F = 160.4$; $dF = 1$; $P\text{value} < 0.001$)

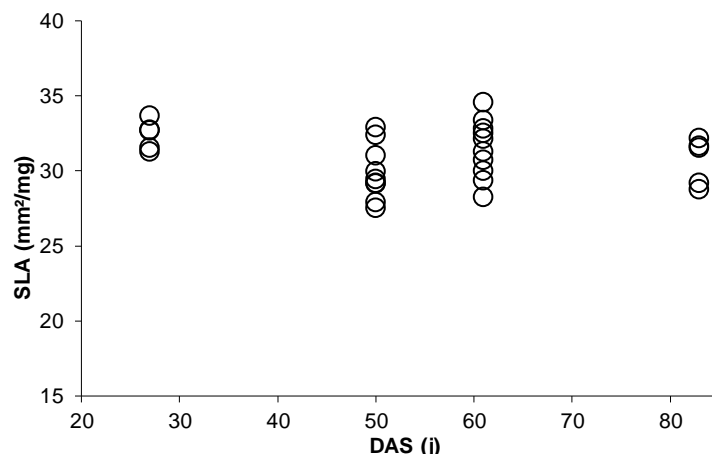


Figure 6 : Evolution de la surface spécifique (Specific Leaf Area) de *P. phaseoloides* en fonction du temps (Days After Sowing) ($F = 0.91$, $dF = 1$, $P\text{value} = 0.35$)

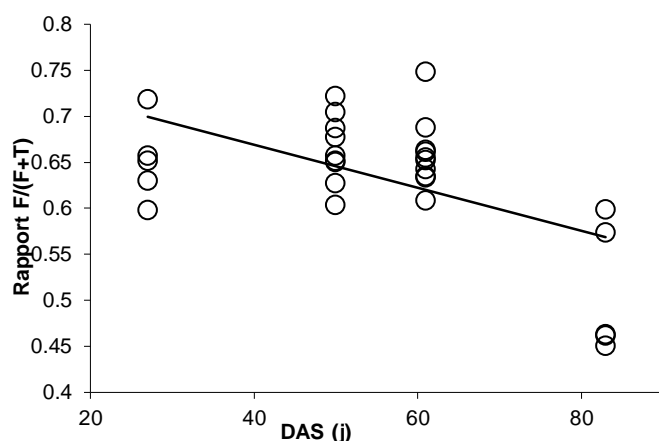


Figure 7 : Evolution de la proportion de feuilles par plante (rapport en frais feuilles/(feuilles+tiges)) de *P. phaseoloides* en fonction du temps (Days After Sowing) ($y = -0.002x + 0.76$; $R^2 = 0.32$; $F = 12.6$, $dF = 1$; $P\text{value} < 0.001$)

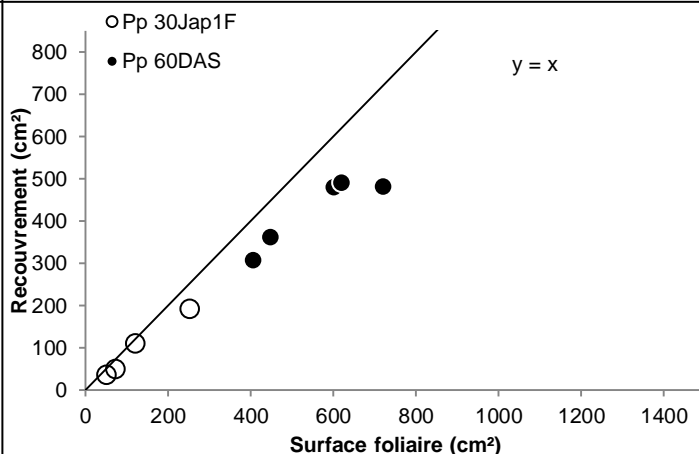


Figure 8 : Surface couverte (cm²) au sol par les feuilles de *P. phaseoloides*

■ Biomasse

La **biomasse fraîche** de *P. phaseoloides* augmente exponentiellement avec le temps ($R^2 = 0.86$, $p < 0.001$) entre 27 et 83 jours (Figure 5). L'augmentation de la biomasse n'est cependant pas exponentielle entre le stade première feuille (1 F) et 27 jours. Le taux de croissance potentiel relatif (PRGR¹⁰) calculé est constant et vaut 38 pour 20-50 jours et 30-60 jours.

■ Surface spécifique (SLA)

Le temps n'a pas d'effet sur le **SLA** (mm².g⁻¹) sur la période étudiée ($p = 0.35$, $F = 0.91$, $dF = 1$), la surface spécifique est donc constante et vaut en moyenne 31 mm².mg⁻¹ (Figure 6).

¹⁰ PRGR (Potential Relative Growth Rate) : C'est le rapport entre les biomasses fraîches moyennes à deux dates : Ici Bf_{60DAS}/Bf_{30DAS} et $Bf_{30Jap1F}/Bf_{1F}$

■ Proportion de feuilles par plante

La **proportion de feuilles** par plantes (*rapport biomasse feuilles/(feuilles+tiges)*) décroît avec le temps ($R^2=0.32$, $p<0.001$) (Figure 7). Elle varie entre 65 % à 27DAS et 51 % à 83DAS. Elle semble néanmoins constante entre 27 et 61 jours, la décroissance du rapport ne semblant intervenir qu'après 60 jours.

■ Recouvrement

Lorsque les plantes sont jeunes (**30Jap1F**), le rapport entre le **recouvrement** et la **surface foliaire** est proche de 1 (Figure 8). Il diminue ensuite à 60DAS, les points s'écartent de la droite $y=x$. A 60DAS, la **surface couverte au sol** au sol diminue par rapport à la **surface foliaire** émise.

2. *Neonotonia wightii*

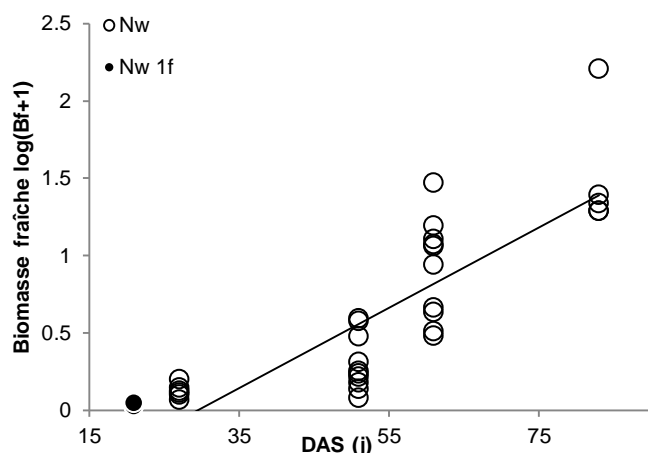


Figure 9 : Evolution de la biomasse fraîche de *N. wightii* en fonction du temps (Days After Sowing) ($y=0.026x-0.76$; $R^2=0.68$; $F=61.36$; $df=1$; $Pvalue<0.001$)

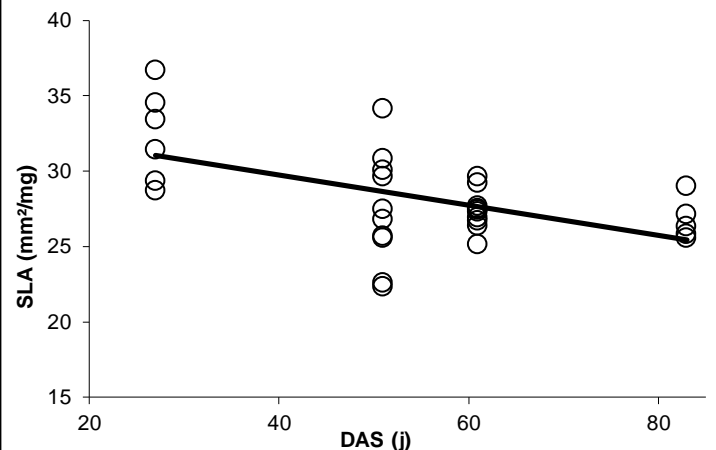


Figure 10: Evolution de la surface spécifique (*Specific Leaf Area*) de *N. wightii* en fonction du temps (Days After Sowing) ($y=-0.10x+33.77$; $R^2=0.29$; $F=11.73$; $df=1$; $Pvalue<0.001$)

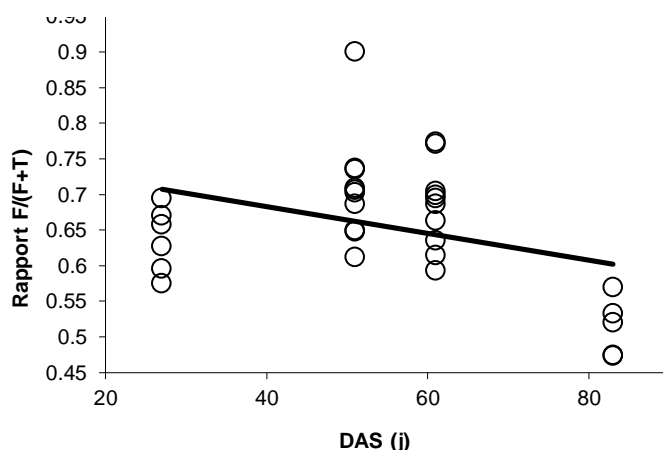


Figure 11 : Evolution de la proportion de feuilles par plante (rapport en frais (*feuilles/(feuilles+tiges)*)) de *N. wightii* au cours du temps (Days After Sowing) ($y=-0.002x+0.76$; $R^2=0.13$; $F=4.42$; $df=1$; $Pvalue=0.0443$)

■ Biomasse

L'évolution de la **biomasse fraîche** de *N. wightii* s'approche d'une croissance exponentiellement, qui augmente avec le temps ($R^2=0.68$; $Pvalue<0.001$) entre 27 et 83 jours (Figure 9). L'augmentation de la biomasse fraîche n'est cependant pas exponentielle entre le stade première feuille (1 F) et 27

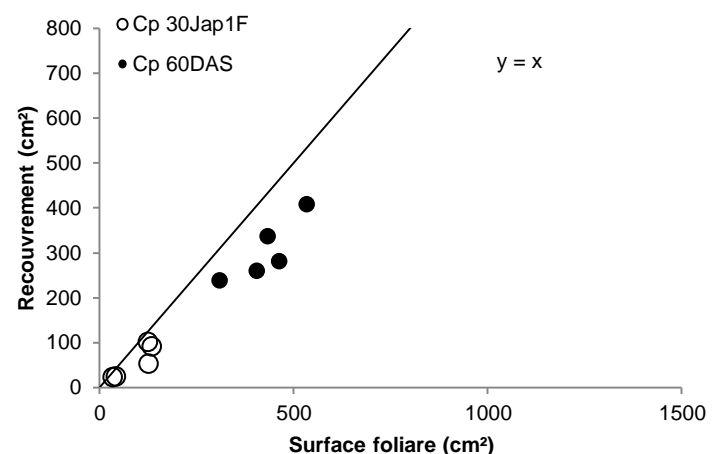


Figure 12 : Surface couverte (cm²) au sol par les feuilles de *N. wightii*

jours. Le taux de croissance potentiel relatif (PRGR) calculé vaut environ 16 entre 20 et 50 jours et 28 entre 30 et 60 jours.

▪ Surface spécifique (SLA)

La surface spécifique ($\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$) décroît faiblement avec le temps ($R^2=0.29$; $P\text{value}<0.001$) et vaut en moyenne $32 \text{ mm}^2.\text{g}^{-1}$ à 27DAS et $27 \text{ mm}^2.\text{mg}^{-1}$ à 83DAS (Figure10).

▪ Proportion de feuilles par plante

La **proportion de feuilles** par plantes ($\text{rapport biomasse feuilles}/(\text{feuilles}+\text{tiges})$) décroît avec le temps ($R^2=0.13$; $P\text{value}=0.0443$) entre 27 et 83 jours (Figure 11). Cette proportion varie entre 64 % à 27DAS et 51 % à 83DAS. Elle semble cependant constante entre 27 et 60 jours et n'a tendance à diminuer qu'après 60 jours.

▪ Recouvrement

Le rapport entre le **recouvrement** et la **surface foliaire** est toujours inférieur à 1 et semble quasi constant entre les deux dates (30Jap1F, 60DAS) (Figure 12). Cela signifie que la **surface couverte au sol** au est toujours inférieure (60-75%) à la **surface foliaire** émise.

3. Centrosema pascuorum

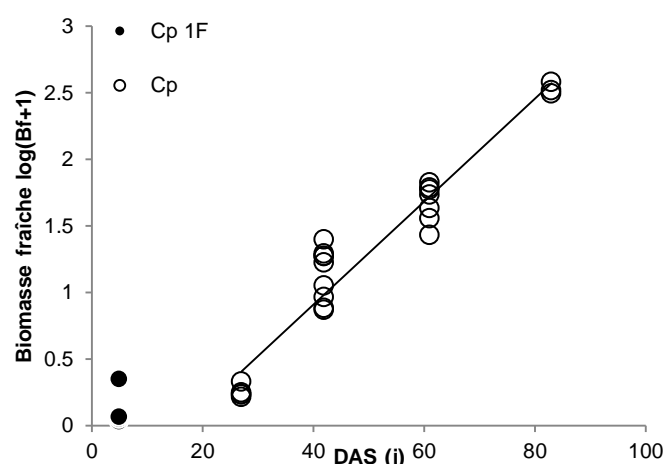


Figure 13 : Evolution de la biomasse fraîche de *C.pascuorum* en fonction du temps (Days After Sowing) ($y=0.039x-0.63$; $R^2=0.93$; $F=306.4$; $dF=1$; $P<0.001$)

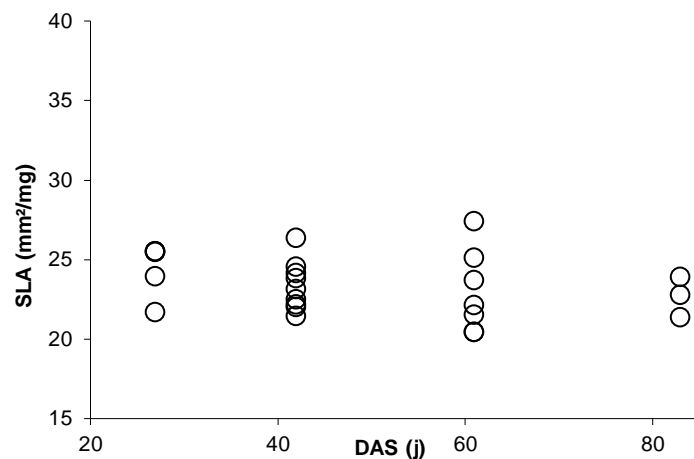


Figure 14 : Evolution de la surface spécifique (Specific Leaf Area) de *C.pascuorum* de en fonction du temps (Days After Sowing) ($F=1.899$; $dF=1$; $P\text{value}=0.182$)

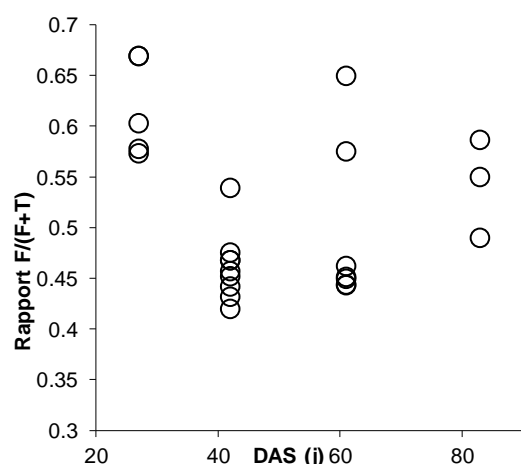


Figure 15 : Evolution de la proportion de feuilles par plante (rapport en frais feuilles/(feuilles+tiges)) de *C.pascuorum* au cours du temps (Days After Sowing) ($F=0.9736$; $dF=1$; $P\text{value}=0.335$)

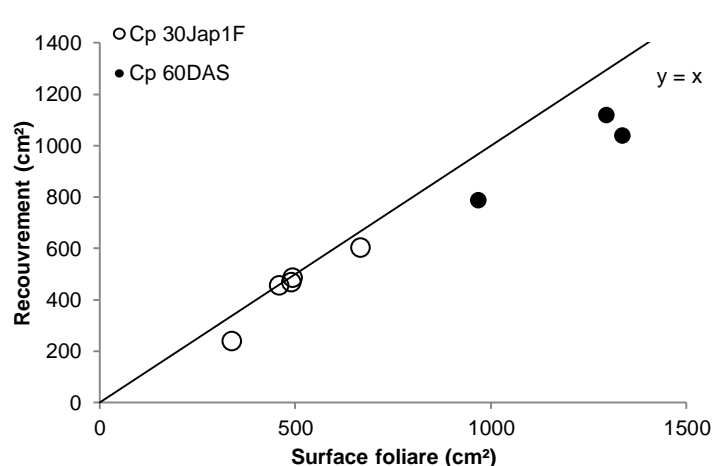


Figure 16 : Surface couverte (cm^2) au sol par les feuilles de *C.pascuorum*

- Biomasse

La **biomasse fraîche** de *C.pascuorum* augmente exponentiellement avec le temps ($R^2=0.93$, $p<0.001$) entre 27 et 83 jours. L'augmentation de la biomasse n'est cependant pas exponentielle entre le stade première feuille (1 F) et 27 jours (Figure 13). Le taux de croissance potentiel relatif (PRGR) calculé est constant vaut environ 62 entre 20-50 jours et entre 30-60 jours.

- Surface spécifique (SLA)

Le temps n'a pas d'effet sur la surface spécifique ($F=1.899$; $df=1$; $Pvalue=0.18$). La surface spécifique est constante dans le temps et vaut en moyenne environ $23 \text{ mm}^2.\text{mg}^{-1}$ (Figure 14).

- Proportion de feuilles par plante

Le temps n'a pas d'effet sur la proportion de feuilles par plante (*rapport feuilles/(feuilles + tiges)*) ($F=0.9736$; $df=1$; $Pvalue= 0.335$) (Figure 15). La proportion de feuilles par plantes est constante entre 27 et 83 jours et vaut environ 51 %.

- Recouvrement

Le rapport entre le **recouvrement** et la **surface foliaire** est très proche de 1 lorsque les plantes sont jeunes (30Jap1F) (Figure 16). Il diminue par la suite à 60DAS, les points s'écartent de la droite **y=x**. La **surface couverte au sol** au sol diminue par rapport à la **surface foliaire** émise. Mais le rapport entre surface foliaire et couverture reste élevé (proche 75 %) ce qui traduit une bonne efficacité en recouvrement.

4. *Stylosanthes guianensis*

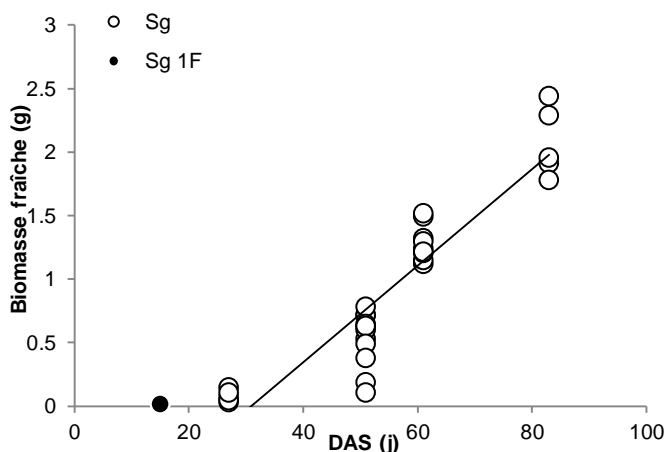


Figure 17 : Evolution de la biomasse fraîche de *S. guianensis* en fonction du temps (*Days After Sowing*) ($y=0.038x-1.17$; $R^2=0.85$; $F=168$; $df=1$; $Pvalue<0.001$)

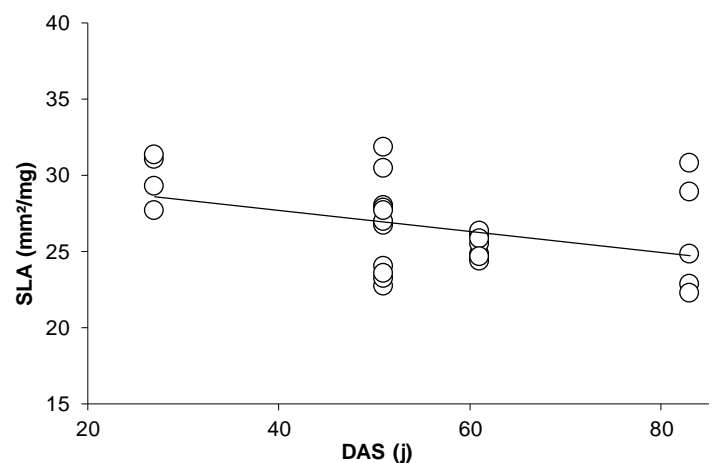


Figure 18 : Evolution de la surface spécifique (*Specific Leaf Area*) de *S. guianensis* en fonction du temps (*Days After Sowing*) ($y=-0.07x+30.48$; $R^2=0.1684$; $F=5.67$; $df=1$; $Pvalue=0.0243$)

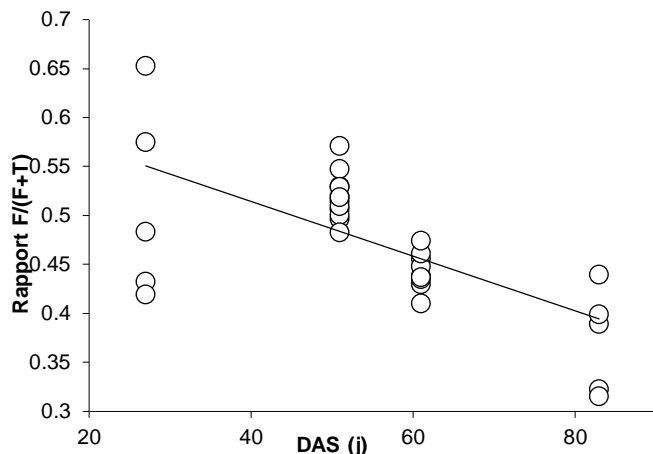


Figure 19: Evolution de la proportion de feuilles par plantes (rapport en frais feuilles/[feuilles+tiges]) de *S. guianensis* au cours du temps (Days After Sowing) ($y = -0.0028x + 0.63$; $R^2 = 0.43$; $F = 21.99$; $dF = 1$; $Pvalue < 0.001$)

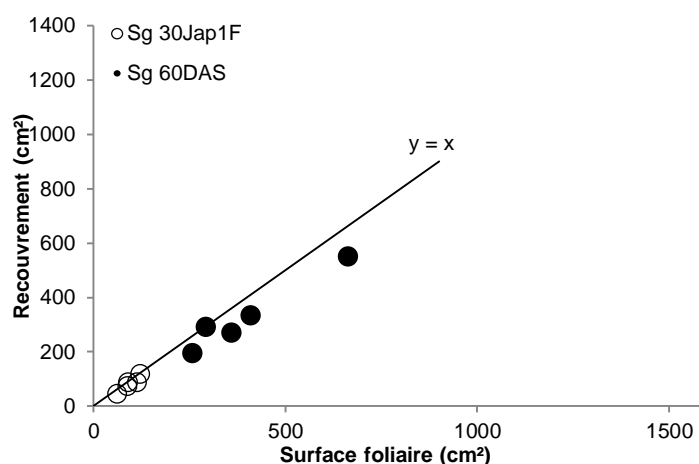


Figure 20 : Surface couverte (cm²) au sol par les feuilles de *S. guianensis*

■ Biomasse

La **biomasse fraîche** de *S. guianensis* augmente exponentiellement avec le temps ($R^2 = 0.85$; $Pvalue < 0.001$) entre 27 et 83 jours (Figure 17). L'augmentation de la biomasse n'est cependant pas exponentielle entre le stade première feuille et 27 jours. Le taux de croissance potentiel relatif (PGR) vaut environ 80 entre 20 et 50 jours et 94 entre 30 et 60 jours.

■ Surface spécifique (SLA)

La surface spécifique ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) diminue au cours du temps et varie entre $30 \text{ mm}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$ au stade plantule (27DAS) et $26 \text{ mm}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$ à 83DAS ($R^2 = 0.1684$; $Pvalue = 0.0243$) (Figure 18).

■ Proportion de feuilles par plante

La proportion de feuilles par plantes (*rapport feuilles/[feuilles+tiges]*) diminue de façon nette avec le temps (Figure 19) ($R^2 = 0.43$; $Pvalue < 0.001$). Cette proportion de feuilles par plante varie entre 51 % à 27 DAS et 37 % à 83DAS.

■ Recouvrement

Le rapport entre le **recouvrement** et la **surface foliaire** est très proche de 1 lorsque les plantes sont jeunes (Figure 20). Par la suite, ce rapport a tendance à diminuer (60DAS), les points s'écartent de la droite $y = x$. La **surface couverte au sol** au sol diminue par rapport à la **surface foliaire** émise. %

5. Tableau et graphique récapitulatifs

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des variations et des valeurs des différents traits pour chaque espèce

	Poids frais d'une plante(P1F) (en g)	PRGR (entre 30DAS et 60DAS, entre 1F et 30Jap1F)	SLA en fonction du temps	SLA moyen ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	Proportion de feuilles en fonction du temps	Rapport recouvrement/ surf. foliaire
<i>P. phaseoloides</i>	0.109	38	→	31	↘	30Jap1F ≈ 1 60DAS < 1
<i>N. wightii</i>	0.073	16 et 28	↘	32 à 27	→	< 1
<i>C. pascuorum</i>	0.121	62	→	23	→	30Jap1F ≈ 1 60DAS < 1
<i>S. guianensis</i>	0.033	80 et 94	↘	30 à 26	↘	30Jap1F ≈ 1 60DAS < 1

Toutes les espèces ont une croissance exponentielle corrélée positivement au temps. Le PRGR semble être un bon descripteur, même si au-delà de la période étudiée, il aura tendance à s'infléchir. Le *S. guianensis* présente le plus fort PRGR (80-94) (Tableau 1), bien que sa croissance ne soit pas supérieure aux autres espèces, du fait d'un faible poids de plantule à la levée (P1F). *N. wightii* affiche un facteur d'augmentation inférieur aux autres espèces (RPGR entre 16 et 28 contre 38 et plus pour les autres espèces), ce qui se traduit par une biomasse plus faible que les autres espèces.

Les SLA de *P. phaseoloides* et de *C. pascuorum* sont constants au cours du temps bien qu'ils subissent une légère inflexion entre 20 et 53 jours alors que les deux autres espèces (*S. guianensis*, *N. wightii*) ont des SLA qui diminuent au cours du temps. Un SLA plus élevé reflète une plus grande surface couverte pour un même poids. Pour un poids équivalent, le *P. phaseoloides* est donc l'espèce ayant les feuilles couvrant la plus grande surface.

Toutes les espèces sauf le *N. wightii* affichent des recouvrements qui diminuent dans le temps par rapport à la surface foliaire totale par plante. *N. wightii* affiche un rapport entre ces deux valeurs toujours inférieur à 1. Plus le rapport entre ces deux mesures est proche de 1, et plus on peut considérer que le recouvrement au sol par les feuilles est efficace.

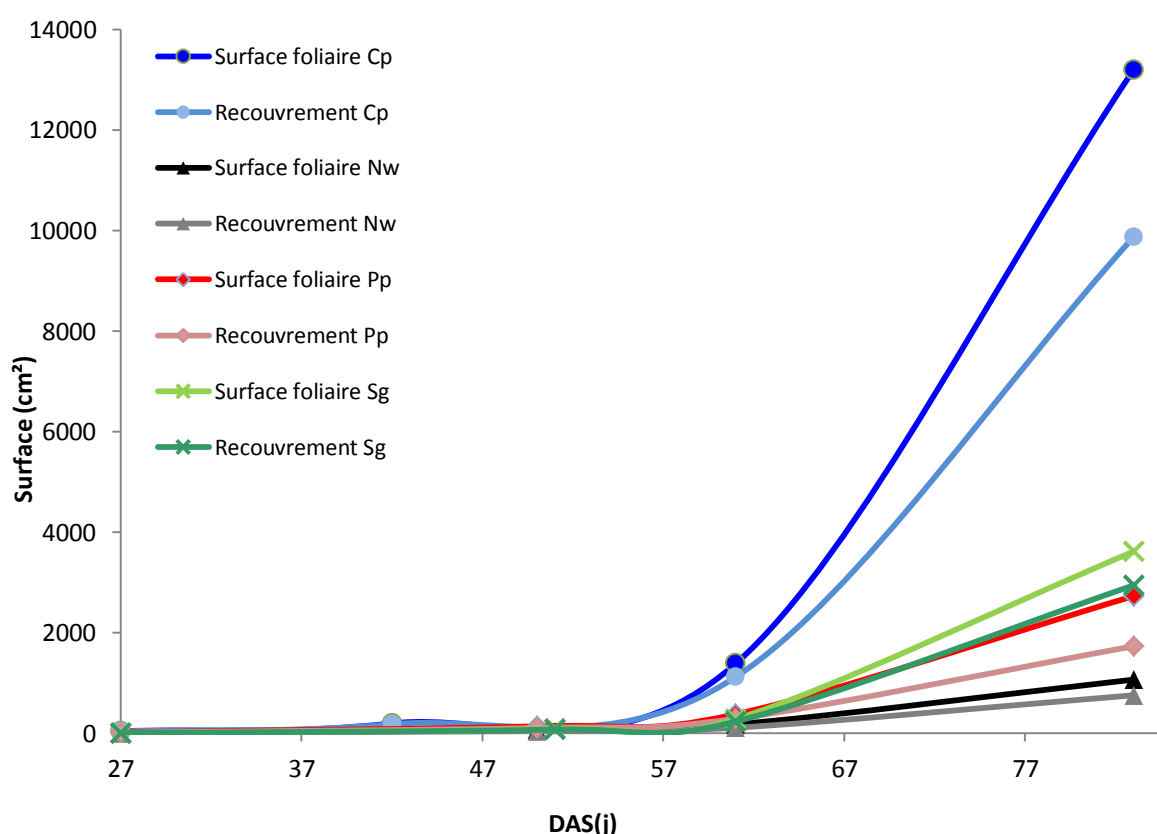


Figure 21 : Simulation de la surface foliaire et du recouvrement (cm²) en fonction du temps

Cette simulation (Figure 21) a été réalisée à partir des différentes valeurs des coefficients de régressions des variables **biomasse fraîche**, **rapport feuilles/(feuilles+tiges)**, **SLA**, et **taux de matière sèche des feuilles** en fonction du temps¹¹. De ce fait, elle intègre les effets des différents traits mesurés.

¹¹ Les moyennes de ces variables ont été utilisées lorsque les régressions n'étaient pas significatives.

Elle permet de synthétiser les capacités de croissance en surface foliaire et en couverture de chaque espèce et montre une importante variabilité inter-espèces. Le *C.pascuorum* affiche les plus fortes potentialités de couverture par plante 3 mois après le semis (90DAS), suivi par le *S.guianensis*, le *P.phaseoloides* et le *N.wightii*. Si l'on considère l'efficacité de couverture comme étant le rapport entre le recouvrement et la surface foliaire, les différences les plus faibles entre ces deux variables indiquent une efficacité supérieure.

6. Discussion sur les résultats des plantes individuelles :

▪ Biomasse :

Une biomasse élevée offre davantage de potentialités de couverture du sol. En amont de la biomasse, le taux de croissance potentiel relatif (RPGR) constitue un bon indicateur de l'installation de la couverture. Mais ces critères restent encore éloignés des potentialités de couverture.

▪ SLA

Comparativement, une valeur de SLA plus élevée reflète une surface foliaire plus importante pour un même poids, un investissement de la plante plus important dans la surface foliaire plutôt que dans la solidité de ces tissus. Le SLA intervient donc dans la capacité de recouvrement, néanmoins, sur les quatre espèces il influe peu sur les capacités de recouvrement, car il varie peu, ni entre espèces ni avec le temps.

▪ Rapport F/(F+T) :

Des valeurs élevées de ce rapport offrent de plus fortes potentialités de couverture *a priori*. Or les lianes font des organes volubiles de plus en plus nombreux et de section de plus en plus importante. Quant à elles, les plantes érigées tendent à synthétiser davantage de lignine au cours du temps pour assurer leur port. Ces deux phénomènes tendent à faire diminuer le rapport F/(F+T) alors que la proportion véritable de feuilles par rapport aux tiges n'évolue pas autant que les variations du rapport pourrait laisser penser, i.e le poids varie plus que la forme. Elle intègre le port et l'âge de la plante. Cette variable quantitative est donc difficile à interpréter comparativement entre espèces.

▪ Surface foliaire/ Recouvrement :

Le recouvrement est lié à la surface foliaire et à la forme de la plante. Dans tous les cas, au début de leur développement, le rapport entre le recouvrement et la surface foliaire émise est proche de 1. Seule l'inclinaison des feuilles par rapport au sol peut limiter le recouvrement (c *N.wightii*). Par la suite, ce rapport diminue, le recouvrement est inférieur à la surface foliaire émise du fait du chevauchement des feuilles et branches les unes par rapport aux autres. Pour les espèces érigées, le recouvrement devrait s'infléchir plus rapidement que sur des espèces plus étalées comme les lianes. Cependant, dans la gamme d'espèces et la période étudiée, peu de différences ont été mises en évidence : seul le *N. wightii* semble moins efficace en recouvrement.

Les espèces avec une biomasse élevée à la fin de l'installation, un RPGR élevé et un fort SLA sont les espèces potentiellement les plus intéressantes en termes de couverture. Mais au cours de l'installation de ces quatre espèces, les différences entre espèces s'expliquent principalement par les traits représentant la croissance en biomasse (poids plantules 1 F et PRGR).
--

B. Résultats : Comparaison des plantes individuelles avec les plantes en population « monospécifique », et fonctionnement en peuplement

Les valeurs des traits mesurés sur « plantes individuelles » ont été comparées à celles mesurées sur les « plantes extraites des populations ». Cette comparaison a été faite à l'aide d'ANCOVA, avec le temps comme covariable (DAS) et le type de plante (individuelle ou population) comme facteur. La valeur moyenne et l'erreur standard des mesures des « plantes individuelles » à chaque date apparaissent sur les graphiques, alors que l'ensemble des mesures réalisées sur les « plantes extraites de la population » apparaît sur les graphiques.

Deux droites de régression apparaissent lorsque le trait mesuré est corrélé au temps, mais significativement différent pour les plantes individuelles ou en population (trait plein pour les « plantes individuelles », pointillés pour les « plantes extraites des populations »). Une seule droite de régression apparaît lorsque les plantes individuelles et en population sont corrélées au temps sans qu'il n'y ait de différence significative entre ces deux facteurs. Aucune droite de régression n'apparaît lorsque le trait mesuré n'est pas corrélé au temps et qu'aucune différence significative n'est observée entre les « plantes individuelles » et les « plantes extraites des populations ».

1. *P. phaseoloides*

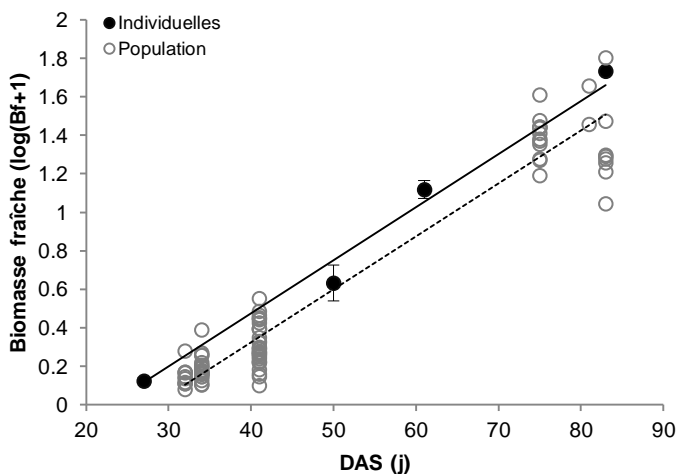


Figure 22 : Évolution de la biomasse fraîche (g) (*poids frais d'une plante*) des plantes individuelles et en population de *P. phaseoloides* en fonction du temps (DAS : $F=1110.54$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$; FACT : $F=18.51$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$)

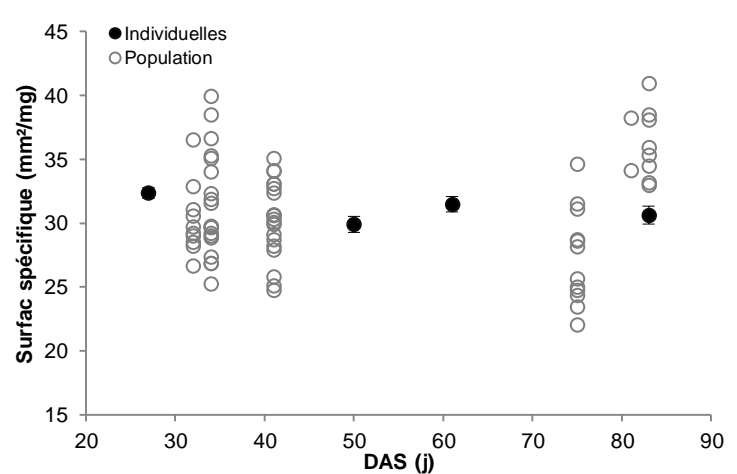


Figure 23 : Évolution de la surface spécifique (mm²/mg) des plantes individuelles et en population de *P. phaseoloides* en fonction du temps (DAS : $F=0.64$; $dF=1$; $Pvalue=0.425$; FACT : $F=0.001$; $dF=1$; $Pvalue=0.979$)

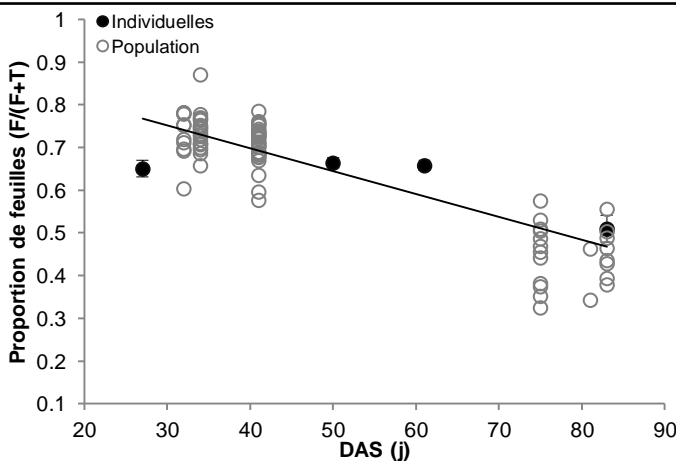


Figure 24 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de *P. phaseoloides* en fonction du temps (DAS : $F=261.67$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$; FACT : $F=3.16$; $dF=1$; $Pvalue=0.078$)

■ Biomasse fraîche :

La biomasse fraîche de *P. phaseoloides* augmente exponentiellement avec le temps (DAS : $F=1110.54$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$), mais on observe bien une influence du facteur sur la biomasse fraîche (FACT : $F=18.51$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$) (Figure 22). Les biomasses fraîches des plantes en population et des plantes individuelles sont donc différentes.

■ Surface spécifique (SLA) :

Le temps n'a aucun effet sur la surface spécifique ($\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$) de *P. phaseoloides* (DAS : $F=0.64$; $dF=1$; $Pvalue=0.42$), et aucune différence significative n'est observée entre les plantes individuelles et les plantes en population (FACT : $F=0.001$; $dF=1$; $Pvalue=0.979$) (Figure 23). La surface spécifique est constante au cours du temps, peu importe le facteur.

■ Proportion de feuilles par plante (Rap F/(F+T)):

La proportion de feuilles par plantes de *P. phaseoloides* diminue avec le temps (DAS : $F=261.67$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$), mais aucune différence significative n'est observée entre plantes individuelles et plantes en populations (FACT : $F=3.16$; $dF=1$; $Pvalue=0.078$) (Figure 24).

2. *N. wightii*

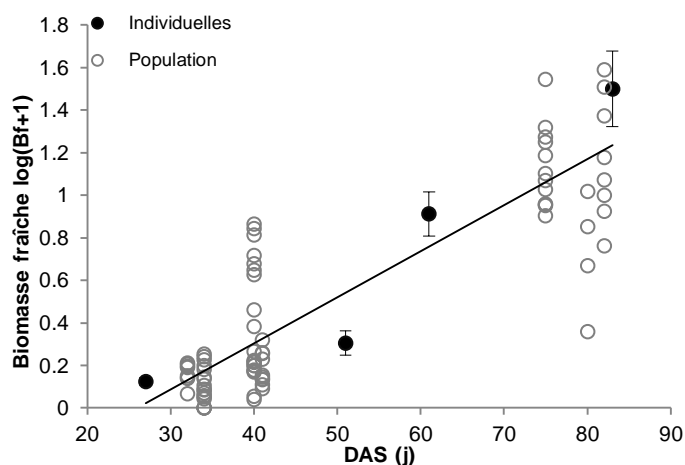


Figure 25 : Évolution de la biomasse fraîche (g) (*poids frais d'une plante*) des plantes individuelles et en population de *N. wightii* en fonction du temps (DAS : $F=250.58$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$; FACT : $F=0.79$; $dF=1$; $Pvalue=0.375$)

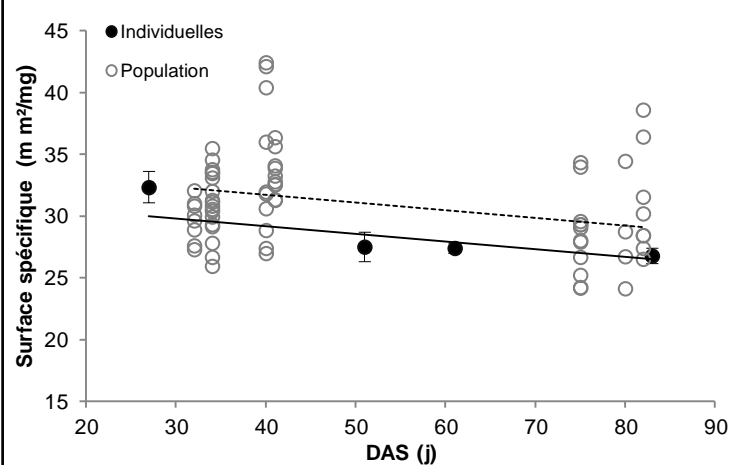


Figure 26 : Évolution de la surface spécifique (mm^2/mg) des plantes individuelles et en population de *N. wightii* en fonction du temps (DAS : $F=11.43$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$; FACT : $F=10.72$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$)

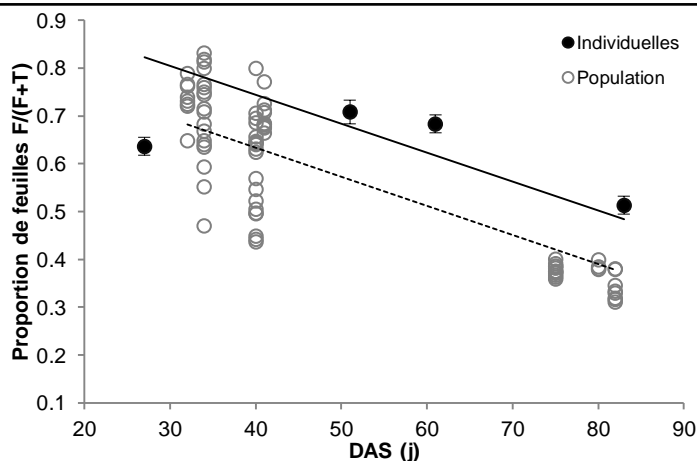


Figure 27 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de *N. wightii* en fonction du temps (DAS : $F=166.19$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$; FACT : $F=31.81$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$)

■ Biomasse fraîche :

La biomasse fraîche de *N. wightii* augmente exponentiellement avec le temps (*DAS* : $F=250.58$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$), mais aucune différence significative du facteur n'est observée (*FACT* : $F=0.79$; $dF=1$; $Pvalue=0.375$) (Figure 25). Les biomasses fraîches des plantes en population et des plantes individuelles ainsi que leurs évolutions sont donc semblables.

■ Surface spécifique (SLA) :

La surface spécifique ($\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$) de *N. wightii* diminue avec le temps (*DAS* : $F=11.43$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$), et la surface spécifique des plantes individuelles est différente de celle des plantes en population (*FACT* : $F=10.72$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$) (Figure 26).

■ Proportion de feuilles par plante (Rap F/(F+T)):

La proportion de feuilles par plantes de *N. wightii* diminue avec le temps (*DAS* : $F=166.19$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$), et cette proportion est significativement différente entre les plantes individuelles et les plantes en population (*FACT* : $F=31.81$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$) (Figure 27).

3. *C. pascuorum*

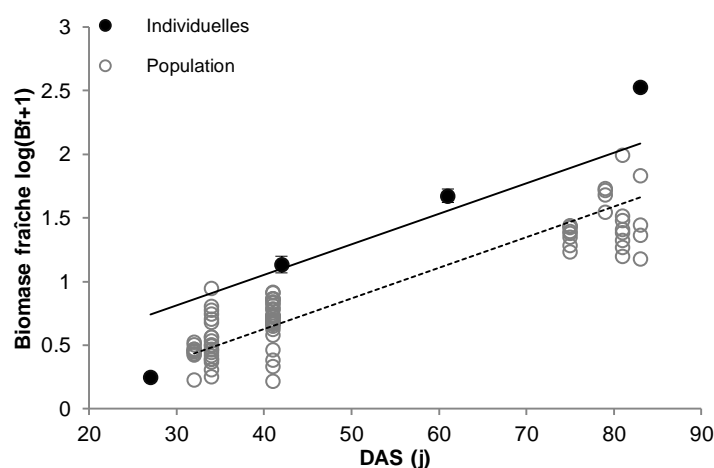


Figure 28 : Évolution de la biomasse fraîche (g) des plantes individuelles et en population de *C. pascuorum* en fonction du temps (*DAS* : $F=450.48$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$; *FACT* : $F=67.75$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$)

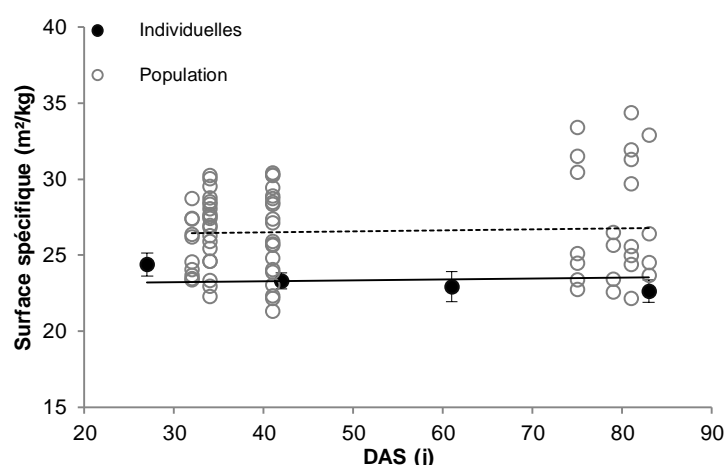


Figure 29 : Évolution de la surface spécifique (mm^2/mg) des plantes individuelles et en population de *C. pascuorum* en fonction du temps (*DAS* : $F=0.19$; $dF=1$; $Pvalue=0.667$; *FACT* : $F=24.01$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$)

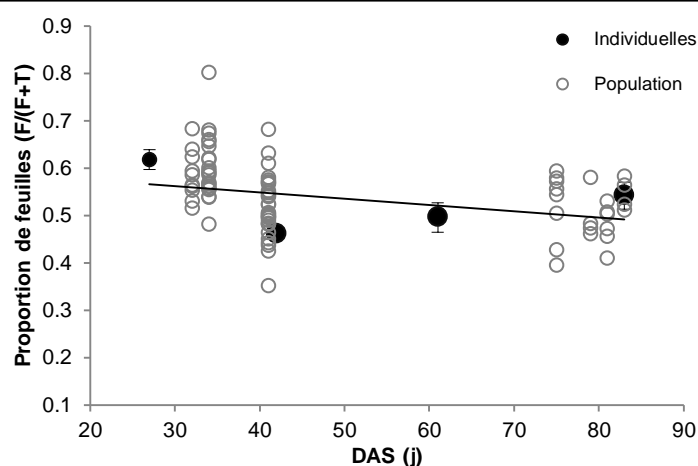


Figure 30 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de *C. pascuorum* en fonction du temps (*DAS* : $F=11.96$; $dF=1$; $Pvalue=0.001$; *FACT* : $F=2.91$; $dF=1$; $Pvalue=0.091$)

■ Biomasse fraîche :

La biomasse fraîche de *C. pascuorum* augmente exponentiellement avec le temps (DAS : $F=450.48$; $df=1$; $Pvalue<0.001$), mais on observe bien une influence du facteur sur la biomasse fraîche (FACT : $F=67.75$; $df=1$; $Pvalue<0.001$) (Figure 28). Les biomasses fraîches des plantes en population et des plantes individuelles sont donc différentes.

■ Surface spécifique (SLA) :

Le temps n'a aucun effet sur la surface spécifique ($\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$) de *C. pascuorum* (DAS : $F=0.19$; $df=1$; $Pvalue=0.667$), et aucune différence significative n'est observée entre les plantes individuelles et les plantes en population (FACT : $F=24.01$; $df=1$; $Pvalue<0.001$) (Figure 29). La surface spécifique est constante au cours du temps, peu importe le facteur.

■ Proportion de feuilles par plante (Rap F/(F+T)):

La proportion de feuilles par plantes de *C. pascuorum* diminue avec le temps (DAS : $F=11.96$; $df=1$; $Pvalue=0.001$), mais aucune différence significative n'est observée entre plantes individuelles et plantes en populations (FACT : $F=2.91$; $df=1$; $Pvalue=0.091$) (Figure 30).

4. *S. guianensis*

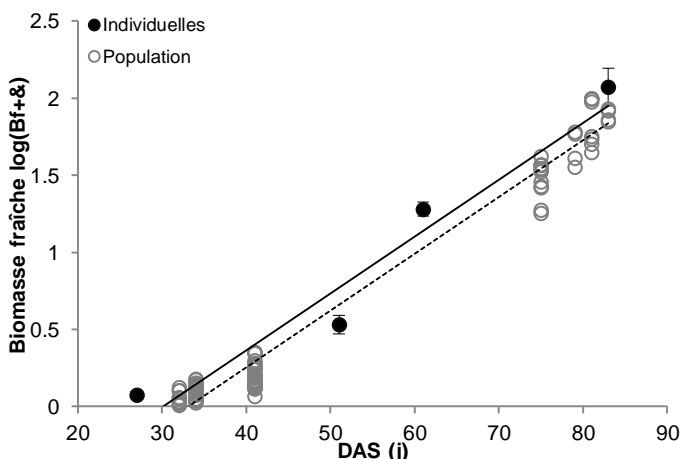


Figure 31 : Évolution de la biomasse fraîche des plantes individuelles et en population de *S. guianensis* en fonction du temps (DAS : $F=2062.21$; $df=1$; $Pvalue<0.001$; FACT : $F=10.04$; $df=1$; $Pvalue=0.002$)

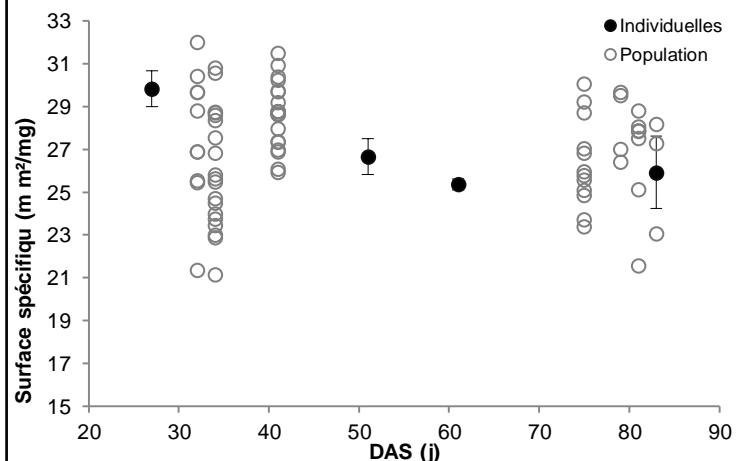


Figure 32 : Évolution de la surface spécifique (mm^2/mg) des plantes individuelles et en population de *S. guianensis* en fonction du temps (DAS : $F=3.04$; $df=1$; $Pvalue=0.084$; FACT : $F=0.78$; $df=1$; $Pvalue=0.378$)

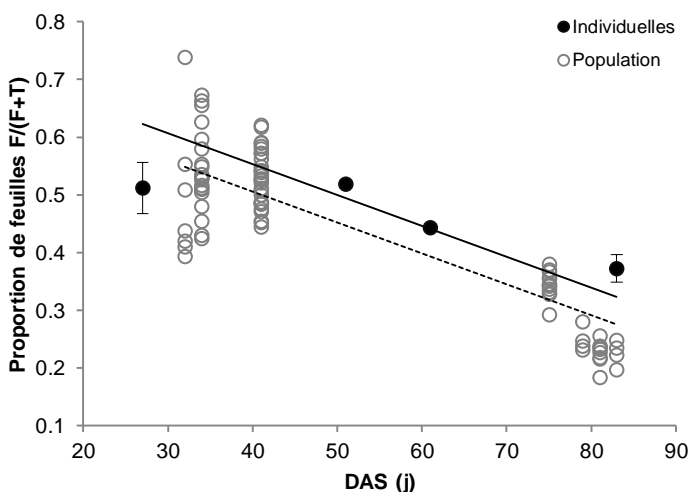


Figure 33 : Évolution de la proportion de feuilles des plantes individuelles et en population de *S. guianensis* en fonction du temps (DAS : $F=258.92$; $df=1$; $Pvalue<0.001$; FACT : $F=11.26$; $df=1$; $Pvalue=0.001$)

▪ **Biomasse fraîche :**

La biomasse fraîche de *S. guianensis* augmente exponentiellement avec le temps (DAS : $F=2062.21$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$), mais on observe bien une influence du facteur sur la biomasse fraîche (FACT : $F=10.04$; $dF=1$; $Pvalue=0.002$) (Figure 31). Les biomasses fraîches des plantes en population et des plantes individuelles sont donc différentes.

▪ **Surface spécifique (SLA) :**













Le temps n'a aucun effet sur la surface spécifique ($\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$) de *S. guianensis* (DAS : $F=3.04$; $dF=1$; $Pvalue=0.084$), et aucune différence significative n'est observée entre les plantes individuelles et les plantes en population (FACT : $F=0.78$; $dF=1$; $Pvalue=0.378$) (Figure 32). La surface spécifique est constante au cours du temps, peu importe le facteur.

▪ **Proportion de feuilles par plante (Rap F/(F+T)):**

La proportion de feuilles par plantes de *S. guianensis* diminue avec le temps (DAS : $F=258.92$; $dF=1$; $Pvalue<0.001$), et la proportion de feuilles par plante entre plantes individuelles et plantes en populations est différente (FACT : $F=11.26$; $dF=1$; $Pvalue=0.001$) (Figure 33).

5. Tableau récapitulatif

Tableau 2 : Résumé des variations des différents traits mesurés et comparaison entre plantes individuelles et plantes en population (I)

	Bf (g)	SLA ($\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$)	Rap(F/(F+T))
<i>P. phaseoloides</i>			
<i>N. wightii</i>			
<i>C. pascuorum</i>			
<i>S. guianensis</i>			

les flèches symbolisent les variations au cours du temps,  signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre plantes individuelles et plantes en populations

La croissance en **biomasse fraîche** (Bf) est moindre pour les « plantes en population » que pour les « plantes individuelles », sauf pour *N. wightii* (Tableau 2). Pour *P. phaseoloides* et *S. guianensis*, le **SLA** est semblable entre « plantes individuelles » et « plantes en population ». À l'inverse, le *N. wightii* et le *C. pascuorum* ont un **SLA** supérieur en population et donc des feuilles plus grandes. La **proportion de feuilles** par plantes ($\text{Rap}(F/(F+T))^{12}$) est semblable entre « plantes individuelles » et « plantes en population » pour le *P. phaseoloides* et le *C. pascuorum*. Pour les autres espèces, il est inférieur en population, ce qui indique une augmentation de la production de tiges par rapport aux feuilles.

6. Index foliaire (LAI¹³ (surface foliaire (m^2)/surface couverte au sol(m^2)))

Le **LAI** a été estimé pour les plantes individuelles à partir des surfaces moyennes des feuilles (poids sec de feuilles x SLA), et des densités moyennes des plantes en population monospécifique. Le **LAI** peut être considéré comme la résultante des traits mesurés, et principalement de la biomasse

¹² ($\text{Rap}(F/(F+T))$) : Rapport (Feuilles/(Feuilles+ Tige), soit la proportion de feuilles par plante

¹³ LAI : « Leaf Area Index », soit la surface foliaire rapportée à une surface au sol ($\text{m}^2.\text{m}^{-2}$)

fraîche. Il ne mesure pas un recouvrement, mais une surface foliaire totale rapportée à une surface au sol (1m²).

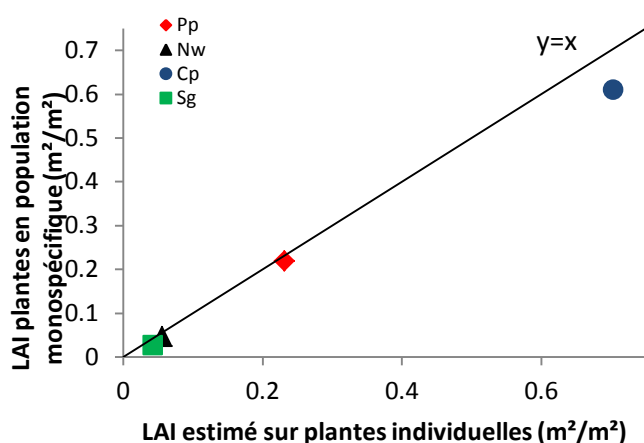


Figure 34 : Relation entre LAI moyen estimé avec les traits mesurés sur plantes individuelles et les densités observées en population ; et le LAI moyen mesuré sur les populations monospécifiques à 30DAS

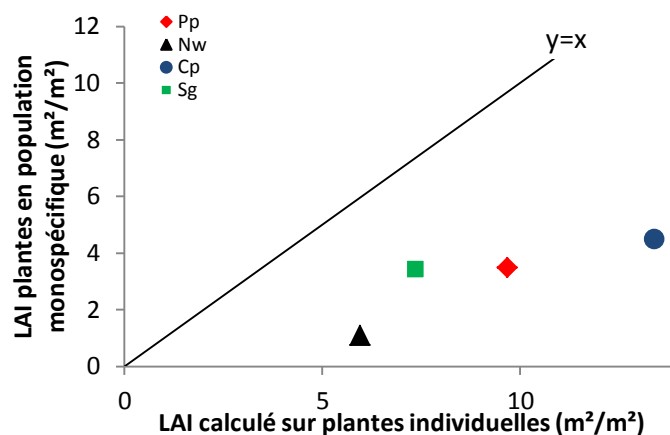


Figure 35 : Relation entre LAI moyen estimé avec les traits mesurés sur plantes individuelles et les densités observées en population ; et le LAI moyen mesuré sur les populations monospécifiques à 75DAS

À 30DAS, le LAI calculé sur les plantes individuelles de *C. pascuorum* est supérieur à celui des plantes en population monospécifique (Figure 34). Pour les autres espèces, le LAI calculé sur les plantes individuelles est très proche de celui mesuré sur les plantes en population.

À 75DAS, tous les LAI calculés sur les plantes individuelles sont supérieurs aux LAI mesurés sur les plantes en population (Figure 35). Les LAI des plantes en population de *N. wightii*, *P. phaseoloides* et *S. guianensis* semblent diminuer dans les mêmes proportions. Ce n'est pas le cas du *C. pascuorum* dont le LAI mesuré sur les plantes en population diminue plus fortement que les autres espèces, du fait de sa croissance déjà avancée, et ce malgré l'adaptation de son SLA.



Figure 36 : Photos de *N. wightii* et de *C. pascuorum* à 30DAS
Source : Rémi RESMOND

7. Relation entre le LAI et la lumière transmise

Nous avons mesuré la lumière transmise sous le couvert de *C. pascuorum* à 30DAS et à 75DAS. Cette mesure n'a pas été réalisée à 30DAS pour les autres espèces car les couverts n'étaient pas assez développés. La mesure pour ces espèces n'a été faite qu'à 75DAS.

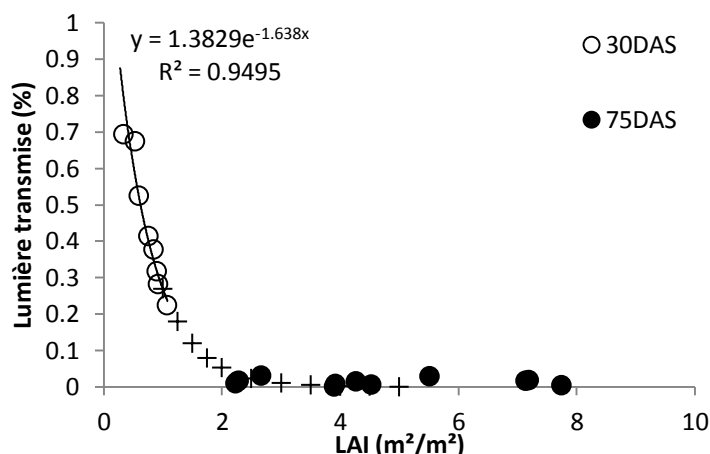


Figure 37 : Relation entre le LAI (m²/m²) et la lumière transmise sous le couvert végétal de *C. pascuorum* (monospécifique) (les + sont les valeurs de « lumière transmise » calculées à partir de l'équation de régression exponentielle)

Sur le couvert de *C. pascuorum*, à 30DAS, plus le LAI augmente, et plus la part de lumière transmise diminue (Figure 37). A 75DAS, avec des LAI supérieurs à 2, la part de lumière transmise est très faible (entre 0 et 5 %) ; ce qui n'est pas en contradiction avec la loi de Beer-Lambert. Pour les autres espèces, à 75DAS, on obtient aussi une forte interception, mais avec cette seule observation, il est impossible d'ajuster la relation.

8. Discussion : comparaison plantes individuelles/ plantes en population

Les formes des courbes d'évolution des traits (**Bf**, **SLA**, **RapF/(F+T)**) observées sur « plantes individuelles » sont semblables à celles des « plantes en population ». La **biomasse fraîche** d'une plante est toujours supérieure pour les « plantes individuelles » comme on pouvait s'y attendre (sauf *N. wightii*), du fait de la densité et de la concurrence intraspécifique induite par celle-ci sur les « plantes en population ». *N. wightii* n'affiche pas de différence significative en ce qui concerne la biomasse fraîche car la croissance de cette espèce était trop faible pour que la densité influe sur ses traits (cf. Annexe II).

Le **SLA**, qui en « plantes individuelles » est peu variable avec le temps est inchangé pour les « plantes en population » de *P. phaseoloides* et *S. guianensis*. Pour le *C. pascuorum* et le *N. wightii*, le **SLA** des « plantes en population » est supérieur à celui des « plantes individuelles », ce qui indique des investissements des plantes plus importants dans la surface foliaire au détriment de l'épaisseur des feuilles et de la solidité des tissus. C'est une adaptation morphologique de ces plantes à la densité de plantation, dont l'objectif est d'augmenter le potentiel photosynthétique. La plasticité de ce trait, lorsqu'elle existe, s'exprime donc principalement en fonction des conditions de milieu sans modifier son évolution en fonction du temps. C'est une adaptation bénéfique quant à la fonction de couverture.

La **proportion de feuilles** par plante est différente entre « plantes individuelles » et « plantes en population » pour deux plantes (*N. wightii*, et *S. guianensis*). Cela peut indiquer un investissement de la plante dans davantage de tiges afin de percer le couvert et d'être plus grand que ses semblables. Mais des réserves peuvent être émises quant à l'interprétation de ce rapport (cf. *discussion caractérisation « plantes individuelles »*).

D'une façon générale, le **LAI** simulé à partir des traits mesurés sur « plantes individuelles » surestime le **LAI** véritable des « plantes en population ». A 30 DAS, les deux valeurs sont très proches, sauf pour le *C. pascuorum*, mais cela est dû à sa croissance déjà avancée par rapport aux espèces à cette date (Figure 36). La caractérisation en « plantes individuelles » peut donc être utilisée pour évaluer le **LAI** des plantes en populations au cours de l'installation du couvert, avant que les effets de la densité n'apparaissent.

La différence entre le **LAI** simulé à partir des traits mesurés sur « plantes individuelles » et le **LAI** véritable mesuré sur les « plantes en population » est importante à **75 DAS**. Cela est dû au fait que la principale composante du **LAI** réside dans la biomasse fraîche. Or, on sait que la biomasse fraîche des « plantes en population » est fortement inférieure à celle des « plantes individuelles » du fait de l'effet densité. La plasticité des traits (en particulier le SLA) ne compense jamais les différences entre biomasses. Cela induit une importante surestimation du LAI à partir des mesures sur plantes individuelles. De plus, les **LAI** des « plantes en population » des différentes espèces à 75DAS ne varient pas dans les mêmes proportions. A ce stade, le **LAI** des « plantes en population » de chaque espèce nécessite une caractérisation adaptée de la réponse des traits fonctionnels. Il aurait été préférable d'estimer à la fois le recouvrement et le LAI. Seulement les méthodes de mesures de celui-ci n'étaient pas satisfaisantes.

Les mesures de lumière ne sont pas suffisantes pour représenter correctement le fonctionnement de ces couverts (en relation avec le LAI) du fait des stades où ont été faites les mesures (en début d'installation du couvert et couvert bien installé). La relation serait à paramétrer avec davantage de données pour toutes les espèces.

Les différences observées entre « plantes individuelles » et « plantes en population », sont conformes aux résultats attendus, soit des adaptations des traits des plantes de services dues à la compétition intraspécifique engendrée par la densité.

C. Résultats : Influence des PdS sur la flore adventice

1. 30DAS

Tableau 3: Résultats des tests ANOVA des comparaisons des biomasses fraîches mesurées sur les parcelles "population plurispécifique" et les parcelles "adventices témoin" à 30DAS. Détails de l'influence des espèces de PdS sur les différentes catégories d'adventices

	« Toutes adventices »	« Grandes graminées » <i>S. halepense</i> , etc.	« Petites Gram » <i>Eleusine indica</i> , etc.	« Kayas » <i>Cleome rutidosperma</i> , etc.	« Euphorbes » <i>Euphorbia heterophylla</i> , etc.	« Grèn anba fèy » <i>Phyllanthus amarus</i> , etc.	« Diverses dicot » <i>Amaranthus dubius</i> , etc.
<i>P.phaseoloides</i>	0.139 2.44	0.291 1.2	0.514 0.45	0.786 0.08	0.187 1.91	0.347 0.94	0.44 0.63
<i>N.wightii</i>	0.469 0.55	0.758 0.01	0.538 0.4	0.122 2.7	0.96 0.002	0.16 2.21	0.271 1.31
<i>C.pascuorum</i>	0.027* 5.96 ↘	0.677 0.18	0.001** 15.89 ↘	0.701 0.15	0.154 2.26	0.572 0.33	0.122 2.69
<i>S.guianensis</i>	0.066 4.02	0.793 0.07	0.303 1.15	0.018* ↗ 7.35	0.601 ↗ 0.29	0.033* ↗ 5.66	0.032* ↗ 5.76

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les degrés de liberté sont les mêmes pour tous les tests : $df=1$. Les **Pvalues** apparaissent en gras et les valeurs du test de Fischer se situent sous la **Pvalue**. Les flèches rendent compte de la variation de la biomasse du fait de la présence de PdS (« parcelles plurispécifiques » comparées aux parcelles « Adventices témoin » à partir de l'examen des boîtes à moustache (cf. Annexe VII).

Seul le *C. pascuorum* diminue la **biomasse fraîche** des adventices toutes espèces confondues (Tableau3). Il diminue également la biomasse de la catégorie « **Petites graminées** ». Le *S. guianensis* influence la **biomasse fraîche** des « **Kayas** », des « **Grèn anba fèy** » et des « **Diverses dicotylédones** » en augmentant celle-ci.

2. 75 DAS

Tableau 4 : Résultats des tests ANOVA des comparaisons des biomasses fraîches mesurées sur les parcelles "population plurispécifique" et les parcelles "adventices témoin" à 75DAS. Détails de l'influence des espèces de PdS sur les différentes catégories d'adventices

	« Toutes adventices »	« Grandes graminées » <i>S. halepense</i> , etc.	« Petites Gram » <i>Eleusine indica</i> , etc.	« Kayas » <i>Cleome rutidosperma</i> , etc.	« Euphorbes » <i>Euphorbia heterophylla</i> , etc.	« Grèn anba fèy » <i>Phyllanthus amarus</i> , etc.	« Diverses dicot » <i>Amaranthus dubius</i> , etc.	Bf _{tot} - grandes graminées ¹⁴
<i>P.phaseoloides</i>	0.015 * ↘ 7.28	0.039 * ↘ 4.97	0.304 1.12	0.486 0.51	0.689 0.17	0.022 * 6.32	0.367 0.86	0.015 * ↘ 4.97
<i>N.wightii</i>	0.484 0.52							
<i>C.pascuorum</i>	0.774 0.08	0.604 0.28	<0.001*** ↘ 21.76	0.262 1.35	0.011 * ↘ 8.15	0.001 ** ↘ 15.48	0.433 0.646	0.048 * ↘ 4.51
<i>S.guianensis</i>	0.77 0.09	0.561 0.35	0.107 2.89	0.32 1.05	0.287 1.21	0.193 1.83	0.13 2.53	0.021 * ↘ 6.42

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les degrés de liberté sont les mêmes pour tous les tests : $df=1$. Les **Pvalues** apparaissent en gras et les valeurs du test de Fischer se situent en dessous de cette **Pvalue**. Les flèches rendent compte de la variation de la biomasse du fait de la présence de PdS (« parcelles plurispécifiques » comparées aux parcelles « Adventices témoin » à partir de l'examen des boîtes à moustache (cf. annexe VII).). Les adventices relevées sur les parcelles de *N. wightii* n'ont pas été triées du fait de l'inefficacité évidente de cette espèce sur le terrain.

¹⁴ « Bf_{tot}-gdes gram » est le résultat de la différence entre la « **Biomasse fraîche totale des adventices** » et celle des « **Grandes graminées** ».

Seul *P. phaseoloides* diminue la **biomasse fraîche** des adventices toutes espèces confondues. Il diminue également les biomasses fraîches des « **Grandes graminées** » et des « **Grèn an ba fèy** » et de la « **Bf tot- les grandes graminées** ». *C. pascuorum* diminue la biomasse fraîche des « **Petites graminées** », des « **Euphorbes** » et des « **Grèn anba fèy** », et de la « **Bf tot- les grandes graminées** ».

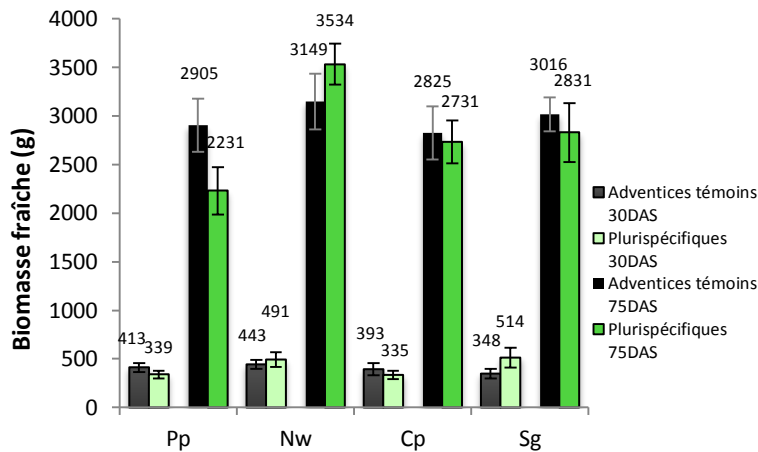


Figure 38 : Moyennes des biomasses /m² des parcelles "adventices témoins" et "plurispécifiques" par espèces à

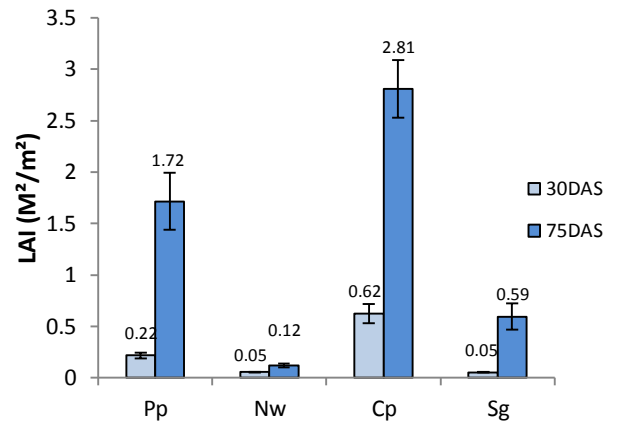


Figure 39 : Moyennes des LAI (m²/m²) des différentes espèces de PdS en présence d'adventices

A titre indicatif, ces graphiques illustrent les quantités d'adventices présentes par m² pour les deux types de parcelles aux deux dates de mesures pour chaque espèce (Figure 38) ainsi que les LAI des PdS à 30 et à 75DAS (Figure 39). Les moyennes entre les parcelles « adventices témoins » et « plurispécifiques » sont très proches. Le LAI des de *P. phaseoloides* et de *C. pascuorum* sont nettement supérieurs aux LAI des autres espèces à 75DAS.

3. Discussion : contrôle des adventices par les plantes de services

Le plan en split-plot a été utilisé pour le traitement des données de l'influence des PdS sur les adventices. A l'échelle de l'espèce, chaque parcelle plurispécifique se trouvait juxtaposée à une parcelle « adventices témoins ». Cela permet de tenir compte de la variabilité spatiale des adventices sur la parcelle d'essai et d'avoir simplement une erreur liée au bloc dans le traitement statistique.

A 30DAS, les effets des PdS sur les adventices ne sont perceptibles que pour les plantes ayant atteint les plus fortes biomasses et donc une couverture suffisante. A cette date, seul le *C. pascuorum* réduit significativement la biomasse fraîche de la flore adventice totale (diminution de 33 %).

Sur les parcelles avec *S. guianensis*, les augmentations de biomasses adventices sont difficilement interprétables et interviennent sur des catégories quantitativement peu présentes.

A 75DAS, *P. phaseoloides* est la seule plante réduisant significativement la biomasse adventice totale (diminution de 23 %). C'est également la seule plante qui réduit la biomasse des grandes graminées, ce qui se recoupe car la biomasse des « grandes graminées » représente entre 60 et 85 % de la biomasse adventice totale. Cette espèce maîtrise cette catégorie d'adventices du fait de sa croissance rapide et de son port volubile. *C. pascuorum* contrôle également la grande majorité des

espèces de petite taille : « $Bf_{tot} - Gdes\ gram$ » diminue de 35 % (la biomasse adventice totale dont la biomasse des grandes graminées a été retirée), et fait diminuer significativement les biomasses des catégories « Petites graminées », « Grèn anba fèy », « Euphorbes ».

Le *S. guianensis* a permis de diminuer de 37 % la biomasse des adventices de petite taille (« $Bf_{tot} - Grandes\ gram$ »), même si aucun effet n'est observé par catégorie d'adventices

L'effet principal de *P. phaseoloides*, *S. guianensis* et *C. pascuorum* sur la variable « $Bf_{tot} - Gdes\ gram$ » se justifie du fait de la présence importante du *Sorghum halepense* sur la parcelle qui représente 60 à 85 % de la biomasse adventice totale. *S. halepense* se trouve dans une strate située au-dessus du couvert végétal et induit des effets d'ombrage aussi bien sur la PdS que sur le reste de la flore adventice. La biomasse de la catégorie « $Bf_{tot} - Gdes\ gram$ » est donc la résultante des effets conjugués des PdS et de *S. halepense*.

Notre hypothèse voulait que le LAI des PdS explique le niveau de contrôle de la flore adventice. Cela sous-entend que le LAI est la variable explicative de la part de lumière interceptée par le couvert, facteur déterminant dans le contrôle des adventices (Debaeke, 1997 ; Baumann, 2001).

L'hypothèse n'a pu être vérifiée formellement. En effet, le LAI des PdS est influencé par le *S. Halepense*, qui lui-même influence la flore adventice des strates inférieures. Les adventices sont donc influencées à la fois par la PdS et par le *S. halepense*. Les couverts étudiés ont été plus complexes que prévu. Le LAI de *S. halepense* n'a pu être calculé par manque de mesures précises de ses surfaces foliaires. Les tentatives d'analyses prenant en compte la biomasse du *S. halepense* au lieu du LAI se sont révélées complexes et peu probantes. On peut seulement affirmer que les LAI les plus importants sont bien ceux des espèces ayant un effet sur les adventices (celui de *C. pascuorum* et de *P. phaseoloides*).

Le contexte cultural de l'essai, avec *S. halepense* dominant la biomasse des adventices, n'est pas un reflet de la majorité des contextes de mise en place de bananeraies. Pour les contextes où il est présent, il faudrait soit :

- trouver d'autres espèces de PdS plus performantes, *a priori* des plantes grimpantes telles que *P. phaseoloides*,
- ou combiner les PdS avec d'autres techniques culturales complémentaires qui favoriseraient sa maîtrise.

Ces mesures d'impact des PdS sur les adventices ont néanmoins permis une première évaluation de leur capacité de contrôle des adventices. Il ressort bien que ce sont les espèces ayant l'installation la plus rapide et la plus grande capacité d'interception de la lumière (LAI important) qui sont les plus performantes comme le montraient Valantin-Morison et al. en 2008.

D. Résultats : Influence de la flore adventice sur les plantes de services

Les résultats des tests ANOVA des comparaisons entre les mesures des traits réalisés sur les parcelles de « plantes en population monospécifiques » et « plurispécifiques » (parcelles avec ou sans adventices) sont présentés ici (*anova(trait~adv+ Error (bloc))*).

1. 30DAS

Tableau 5 : Résultats des tests ANOVA des comparaisons des traits mesurés entre "populations plurispécifiques" et "population monospécifiques" à 30DAS

	Poids frais d'une plante	Surface spécifique	Rapport Feuilles/(Feuilles+tiges)
<i>P. phaseoloides</i>	0.61 0.30	0.013 * ↗ 18	0.412 0.84
<i>N. wightii</i>	0.406 0.86	0.113 4.1	0.027 * ↘ 11.71
<i>C. pascuorum</i>	0.399 0.89	0.957 0.003	0.504 0.54
<i>S. guianensis</i>	0.936 0.007	0.159 2.98	0.246 1.85

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les degrés de liberté sont les mêmes pour tous les tests : $df=1$. Les **Pvalues** apparaissent en gras et les valeurs du test de Fischer se situent sous la **Pvalue**. Les flèches rendent compte de la variation de la biomasse du fait de la présence de PdS (« parcelles plurispécifiques » comparées aux parcelles « monospécifiques » à partir de l'examen des boîtes à moustache (cf.annexe VIII)).

A **30DAS**, la surface spécifique de *P. phaseoloides* augmente à cause de la présence de la flore adventice ($F=17.998$; $df=1$; $Pvalue=0.01324$) (Tableau 5). La flore adventice fait également diminuer la proportion de feuilles par plantes de *S. guianensis* ($F=11.719$; $df=1$; $Pvalue=0.0267$).

2. 75DAS

Tableau 6 : Résultats des tests ANOVA des comparaisons des traits mesurés entre "populations plurispécifiques" et "population monospécifiques" à 75DAS

	Poids frais d'une plante (g)	SLA ($\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$)	Rapport Feuilles/(Feuilles+tiges)	LAI (m^2/m^2)
<i>P. phaseoloides</i>	<0.001 *** ↘ 89.85	0.242 1.48	0.51 0.45	<0.001 *** ↘ 45.79
<i>N. wightii</i>	<0.001 *** ↘ 31.42	<0.001 *** ↗ 18	0.009 ** ↘ 8.56	<0.001 *** ↘ 34.9
<i>C. pascuorum</i>	0.001 ** ↘ 15.39	0.815 0.057	0.071 3.71	0.033 * ↘ 5.44
<i>S. guianensis</i>	<0.001 *** ↘ 26.26	0.0563 4.20	<0.001 *** ↘ 22.32	<0.001 *** ↘ 31.39

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les degrés de liberté sont les mêmes pour tous les tests : $df=1$. Les **Pvalues** apparaissent en gras et les valeurs du test de Fischer se situent sous la **Pvalue**. Les flèches rendent compte de la variation de la biomasse du fait de la présence de PdS (« parcelles plurispécifiques » comparées aux parcelles « monospécifiques » à partir de l'examen des boîtes à moustache (cf.annexeVIII)).

A **75DAS**, la présence d'adventice diminue pour toutes les espèces le poids frais d'une plante et le **LAI** (Tableau 6). Elle diminue également la proportion de feuilles par plante pour le *N. wightii* et le *S. guianensis*. Seul le **SLA** de *N. wightii* est influencé à la hausse par la présence d'adventices.

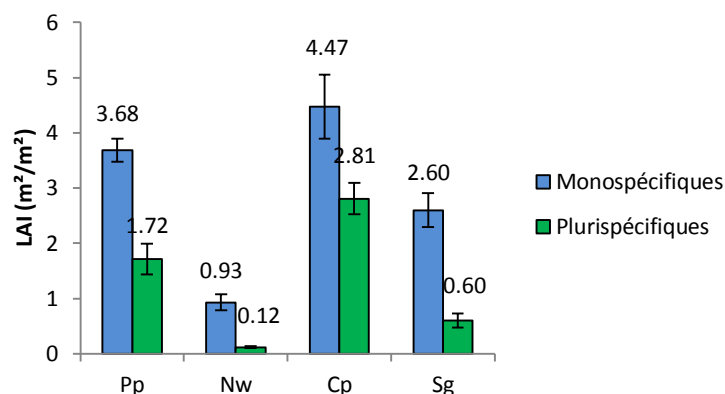


Figure 40 : LAI des différentes espèces à 75 DAS des populations monospécifiques et plurispécifiques

3. Discussion : Influence des adventices sur les plantes de services

Le plan en split-plot a été utilisé pour le traitement des données de l'influence des adventices sur les PdS. A l'échelle de l'espèce, chaque parcelle plurispécifique se trouvait juxtaposée à une parcelle monospécifique. Cela permet de tenir compte de la variabilité spatiale des adventices sur la parcelle d'essai (présentes dans les parcelles plurispécifiques) et d'avoir simplement une erreur liée au bloc dans le traitement statistique.

Les traits mesurés sur les plantes en « population plurispécifique » en comparaison avec les « plantes en population monospécifique » évoluent de la même façon qu'entre « plantes en population » et « plantes individuelles » (lorsque les différences sont significatives). L'écart entre populations monospécifiques et populations plurispécifiques est cependant moins important qu'entre plantes individuelles et plantes en population monospécifiques. Le **poids frais d'une plante** diminue pour toutes les espèces par rapport aux « plantes en population monospécifiques » du fait de la présence des adventices.

L'augmentation du **SLA** de *N. wightii* en parcelles « plurispécifiques » indique qu'il investit davantage de ressources dans la surface foliaire au détriment de l'épaisseur et de la solidité de ces tissus afin d'accroître son potentiel photosynthétique. Cette adaptation est expliquée par une densité plus importante pour les « plantes en populations plurispécifiques », du fait de la présence de la flore adventice.

La diminution de la **proportion de feuilles** par plante est également expliquée par la densité, les espèces concernées (*N. wightii* et *S. guianensis*) cherchant à croître en hauteur pour dépasser les plantes voisines sur les parcelles « plurispécifiques », ce qui se traduit par davantage de tiges et moins de feuilles.

Les plantes les moins impactées par la présence d'adventices (*P. phaseoloides* et *C. pascuorum*) sont également les plantes les plus performantes pour le contrôle des adventices. Malgré leur caractère bénéfique décrit auparavant, les adaptations des autres espèces (*N. wightii* et *S. guianensis*) ont donc été insuffisantes pour le contrôle des adventices. On ne peut cependant pas affirmer que des plantes non plastiques sur les traits mesurés ici ont plus de chances de contrôler les adventices. Une plante idéale ne verrait pas sa biomasse fraîche réduite (ou peu réduite) par la présence d'adventices et aurait un SLA qui augmente.

IV. Discussion générale

Les objectifs étaient i) de caractériser les traits fonctionnels de différentes PdS associés à la fonction de couverture, ii) d'évaluer leurs capacités de couverture en peuplement monospécifique et en présence de la flore d'adventice, iii) d'évaluer *in fine* leurs performances en termes de contrôle des adventices

A. Changements d'échelles : de la plante individuelle au fonctionnement du peuplement

Par le passé, des essais agronomiques d'évaluation des PdS en présence d'adventices (populations plurispécifiques) ont parfois fourni des résultats contradictoires en Martinique ([Achard, communication personnelle](#)). Une multitude de facteurs influe sur la réussite de l'implantation d'une PdS : le travail du sol, la date de semis, la densité de semis, le précédent cultural, le type de sol, la nature de la flore et l'abondance des adventices, etc. Dans notre essai par exemple, alors que nous avons prévu des densités semblables pour toutes les espèces, celles-ci se sont révélées relativement variables (cf. Annexe II).

L'évaluation d'espèces en plantes individuelles par l'approche des traits fonctionnels permet tout d'abord de caractériser des espèces de PdS et de les comparer entre elles. Les traits choisis doivent être liés à la fonction de couverture des plantes pour revêtir un caractère explicatif. L'essai montre que la « biomasse fraîche » et le « SLA » sont deux traits étroitement liés à cette fonction. La biomasse est elle-même fortement liée au poids frais d'une plante au stade première feuille (1F), et au taux de croissance potentiel relatif. Le *C. pascuorum* semble être la plante la plus intéressante en termes de couverture, suivie par le *P. phaseoloides* et le *S. guianensis*, le *N. wightii* affichant des performances clairement en deçà des autres espèces. Sur la base des quatre espèces étudiées, d'autres traits, comme la proportion de feuilles par plantes, semblent toutefois plus difficiles à interpréter. L'ensemble des traits utilisés constituent néanmoins les composantes d'un référentiel d'analyse du comportement des plantes dans des conditions standard. Dans la gamme d'espèces testées, le port de la plante (érigé ou lianescent) ne contraint pas la réponse des traits aux conditions du milieu ; *N. wightii* et *P. phaseoloides* sont tous deux lianescents, et ne répondent pas à la densité de la même façon.

Les résultats obtenus sur les plantes individuelles ont montré une capacité de prédiction des traits à l'échelle peuplement (monospécifique) au stade jeune (30DAS). A des stades de développement plus avancés, on observe un écart entre les traits observés en caractérisation individuelle et en population (monospécifique) correspondant à l'apparition de la concurrence intraspécifique. La concurrence intraspécifique est liée à la densité de plantation, dont les effets engendrent de la plasticité sur les traits fonctionnels. L'apparition de ces écarts est donc fixée par la densité et ses effets et non par le temps. Pour une meilleure représentation, il serait intéressant de mieux comprendre les relations entre la plasticité des traits et la densité, qui détermine, en peuplement, la disponibilité des ressources.

Comme entre l'échelle individuelle et l'échelle population monospécifique, des variations existent sur les traits entre les échelles monospécifiques et plurispécifiques. Les mêmes tendances sont effectivement observées dans ce changement d'échelle, mais les différences sont moins importantes. Au vu de ces résultats, il est envisageable de représenter le fonctionnement de ces

couverts en fonction de l'interception de la lumière par les différentes communautés comme le propose [Debaeke \(1997\)](#). Comme l'approche traits fonctionnels permet de représenter les performances de couverture d'espèces de PdS ([Den Hollander, 2007](#), [Tixier et al 2011](#)), la compréhension de la plasticité des traits fonctionnels observée entre l'échelle individuelle et l'échelle population devrait permettre de mieux prédire le comportement de l'espèce de plante de services dans des couverts plurispécifiques et de mieux décrire leurs performances à l'installation dans une large gamme de contextes.

Perspectives :

Pour la caractérisation, Il semble souhaitable de faire faire davantage de mesures au début du développement des plantes, afin de préciser le moment où la croissance exponentielle se met en place pour chacune des espèces. Les résultats acquis sont satisfaisants pour le *P. phaseoloides* et le *C. pascuorum* mais insuffisants en termes de précision pour le *N. wightii* et le *S. guianensis*. De même, il aurait été souhaitable d'effectuer davantage des mesures de la part de lumière interceptée. Lors du premier relevé, seul le *C. pascuorum* était suffisamment développé pour former un couvert permettant les mesures de lumière. Ces mesures auraient dues être effectuées avant que le couvert ne soit fermé sur les autres espèces, afin d'établir les relations entre LAI et interception lumineuse.

Tester avec cette méthode une large gamme de plantes permettrait de mieux anticiper les corrélations entre traits fonctionnels et performances de couverture. A termes, l'objectif serait de proposer une caractérisation générique sur la base des traits fonctionnels permettant de simplifier l'évaluation d'espèces de PdS dans les différentes gammes d'environnement d'utilisation.

B. Le LAI et le contrôle des adventices

A l'échelle individuelle, nous avons pu montrer la relation entre surface foliaire et recouvrement. A l'échelle du peuplement, nous n'avons pas pu formellement démontrer la relation entre recouvrement et surface foliaire des plantes. Une méthode de mesure précise du recouvrement mériterait d'être mise au point. Un facteur de conversion permettant d'estimer le recouvrement au sol en fonction du LAI pourrait également être défini pour chaque espèce ou type de plante. Nous avons néanmoins utilisé le LAI pour estimer le recouvrement lié au couvert (bien qu'il ne tienne pas compte des différentes strates feuillées des plantes). Le LAI explique l'interception lumineuse par le couvert végétal, application de la loi de Beer-Lambert. Or l'interception lumineuse est un facteur déterminant dans la compétition interspécifique ([Debaeke, 1997](#) ; [Baumann, 2001](#)). Un fort LAI offre donc de bonnes capacités de contrôle des adventices *a priori*. La réalité s'est révélée plus complexe et le LAI est insuffisant pour expliquer le niveau de contrôle de la flore adventice. Malgré le fort LAI que présente *C. pascuorum*, son contrôle des adventices est inférieur à *P. phaseoloides*. Une forte biomasse et/ou une importante surface foliaire et donc un fort LAI ne sont pas toujours synonymes de contrôle efficace des adventices. Une description plus fine du fonctionnement des communautés végétales semble nécessaire. Celle-ci devrait intégrer une meilleure représentation de la structuration verticale du couvert : prise en compte de la hauteur des couverts et de leur interception de la lumière dans différentes strates.

Deux stratégies peuvent être dégagées pour le contrôle effectif des adventices. La première concerne la vitesse d'installation, des espèces de plantes à croissance rapide et qui recouvrent rapidement le sol devraient maîtriser la flore adventice grâce à l'avance prise au démarrage sur les espèces adventices. Cela confirme l'importance des traits représentant la croissance pour le contrôle des adventices [Valantin-Morisson \(2008\)](#). Cette stratégie peut cependant être contrecarrée par des

espèces de plantes adventices capables de germer avec peu de lumière et dont la croissance importante leur permet de passer à travers le couvert, au-dessus du couvert. Une fois au-dessus du couvert, les adventices ne peuvent être maîtrisées par les PdS suivant cette stratégie. La seconde stratégie concerne la volubilité et la surface foliaire, les plantes plus lentes à l'installation, mais tout de même performantes en termes de croissance peuvent maîtriser les adventices grâce à leur caractère volubile, qui leur permet de rattraper leur retard pris au départ et de « grimper » sur les autres plantes en les privant de ressources lumineuses suffisantes du fait de la taille de leurs feuilles. La seconde stratégie ne peut être efficace que si les espèces de PdS ne prennent pas trop de retard sur la flore adventice, ce retard ne pouvant être comblé dans des cas extrêmes. Une PdS idéale allierait donc les deux stratégies, mais cela semble peu réaliste. La plupart des plantes lianescentes démarrent leur croissance en rosette. Elles restent donc prostrées et peuvent être facilement concurrencées par des espèces adventices érigées, ce qui induit une croissance moins rapide au démarrage. En outre, une croissance rapide (fort PRGR) ne peut aller de pair avec une importante surface spécifique, car le PRGR est souvent proche de $1/SLA$ (Cornelissen et al, 2003). Il faut donc chercher des compromis entre vitesse de croissance et surface foliaire, entre caractères volubile et érigé. De plus, une plante « idéale » (établissement rapide du couvert, maîtrise des adventices) peut s'avérer être invasive et difficile à maîtriser, elle peut grimper sur les bananiers et gêner leur développement ainsi que les interventions sur la bananeraie (taille, récolte, etc.).

Perspectives :

D'un point de vue pratique, le problème du mauvais contrôle par les PdS de *S. halepense* sur les parcelles peut être résolu par un traitement anti-graminées¹⁵ post-levée des PdS (légumineuses non sensibles à cet herbicide). En alternative à cette solution chimique contraire aux objectifs initiaux, l'impact de fauche sur la croissance des PdS et sur cette adventice serait à évaluer.

Le contrôle de la flore adventice pourrait être amélioré au travers de la gestion de la densité. Ici, le but était d'obtenir des densités de semis équivalentes pour toutes les espèces (cela n'a pas été le cas dans la réalité, cf. Annexe II). Mais on peut chercher à obtenir, pour chaque espèce, la densité qui permettrait d'obtenir une interception lumineuse suffisante pour le contrôle des adventices. Pour ce faire, il faudrait, au préalable, connaître de manière précise la relation entre croissance et LAI, et entre LAI et interception lumineuse pour chaque espèce. Les densités de semis pourraient être déterminées à partir du niveau de lumière interceptée souhaitable (pour le contrôle des adventices) à différentes dates. Cela constitue la méthode à privilégier pour raisonner les densités de semis afin de contrôler la flore adventice.

D'autre part, l'évaluation de la pression adventice consistait à mesurer les biomasses fraîches d'adventices préalablement triées en catégorie. Chaque catégorie reflète une communauté végétale. Cette méthode présente l'avantage de séparer la population plurispécifique en différentes communautés végétales, de mesurer ainsi l'évolution de la structuration des communautés et d'estimer l'influence de chacune d'elles). Cela permettrait d'analyser dans le détail les interactions entre communautés. Seulement, les mesures quantitatives basées sur des pesées sont intéressantes, mais insuffisantes. Davantage de précision pourrait être obtenue en prenant également en compte l'abondance des différentes catégories. L'exemple du *S. halepense* est flagrant, puisque dans un cas extrême, la biomasse de seulement quelques plantes peut représenter la majeure partie de la biomasse totale des adventices, alors que l'abondance de *S. halepense* est somme toute négligeable (dans de rares parcelles).

¹⁵ Herbicide systémique anti-graminées type « Fusillade »®

Conclusion

L'étude s'est articulée autour de trois étapes d'évaluation expérimentales pour quatre espèces de PdS :

- La caractérisation d'espèces en « plantes individuelles », pour évaluer leurs potentialités de couverture et les comparer entre elles,
- Une évaluation en peuplements monospécifiques, afin d'évaluer leur capacité de couverture et de comparer leurs traits fonctionnels à ceux mesurés à l'échelle individuelle, afin d'évaluer l'écart de leur comportement (qui s'exprime à travers les traits fonctionnels),
- Une évaluation en peuplements plurispécifiques du niveau de contrôle des adventices, et une comparaison des traits fonctionnels comparés à ceux mesurés à l'échelle monospécifique

La caractérisation en « plantes individuelles » a ainsi permis d'estimer les valeurs des traits des plantes à l'optimale, sans facteurs limitants. Trois espèces semblent ainsi offrir de bonnes potentialités de couverture : *Centrosema pascuorum*, *Pueraria phaseoloides*, et *Stylosanthes guianensis*. Lors des comparaisons des traits avec ceux mesurés sur les plantes en population, il est nettement apparu que les différences ne surviennent que lorsque la compétition intraspécifique liée à la densité se met en place. La caractérisation individuelle permet de comparer des espèces de PdS dans des conditions standard. C'est également un bon prédicteur des traits et des performances de populations jeunes. Le passage de l'échelle « monospécifique » à l'échelle « plurispécifique » montre les mêmes tendances qu'entre « plantes individuelles » et « plantes en population », mais les différences sont moins importantes. Cela montre que la comparaison entre « plantes individuelles » et « populations monospécifiques » est une première base dans l'estimation de la réponse de l'espèce de PdS dans des couverts plurispécifiques.

Le contrôle des adventices par les PdS est satisfaisant pour deux espèces : *P. phaseoloides* et *C. pascuorum*. L'hypothèse de base posée dans l'étude, qui voulait que le LAI des PdS soit la principale variable explicative de la maîtrise des adventices n'a pu être testée dans de bonnes conditions. Une espèce d'adventice, le *Sorghum halepense* était très présent sur la parcelle d'essai. Celui-ci a exercé de l'ombrage et de la compétition aussi bien sur les PdS que sur les autres espèces de la flore adventice. L'action conjointe des PdS et du *S. halepense* aurait fallu analyser. Nous avons néanmoins constaté que les deux espèces, *C. pascuorum* et *P. phaseoloides* ayant un fort LAI (*respectivement 2.81 et 1.72*) ont significativement diminué la biomasse des adventices. Cela a permis de mettre en évidence l'importance du caractère volubile d'une plante de services, *P. phaseoloides* étant la plante la plus performante en ces termes, et la seule à réussir à maîtriser la graminée sus-citée.

Cet essai a donc confirmé l'intérêt de l'approche des traits fonctionnels, qui permet, par des mesures simples, de caractériser des espèces de plantes de services, de les comparer entre elles et d'analyser leur contrôle de la flore adventice. Il serait intéressant d'appliquer cette démarche sur un large nombre d'espèces candidates à la fois pour juger de leurs potentialités et mieux appréhender les interactions entre traits fonctionnels, et entre traits et performance.

Bibliographie

- Ackerly D. D., Dudley S. A. and S. S. E. (2000). The evolution of plant ecophysiological traits: Recent advances and future directions. *BioScience*, 50, pp979–995
- Alsaadawi IS., Dayan F.E. (2009). Potentials and prospects of sorghum allelopathy in agroecosystem. *Allelopathy Journal*, 24, pp255-270
- Angers D. A. & J. Caron (1998). Plant-induced Changes in Soil Structure: Processes and Feedbacks. *Biogeochemistry*, 42, pp55-72
- Ansquer P., Duru M., Theau J. P. and Cruz P. (2009). Functional traits as indicators of fodder provision over a short time scale in species-rich grasslands. *Annals of Botany*, 103, pp117-126
- Ballard C. L., Scopel A.L, Sánchez, R.A. & Radosevich, R. (1992). Photomorphogenic processes in the agricultural environment. *Photochem. and Photobiol*, 56, pp777-788
- Bàrberi P. (2002). Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research*, 42, pp177-193
- Baumann D.T., Kropff, M.J. and Bastiaans L. (2000). Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research* 40, pp359-374
- Baumann D. T., Bastiaans L. and Kropff M. J. (2001). Effects of Intercropping on Growth and Reproductive Capacity of Late-emerging *Senecio vulgaris* L., with Special Reference to competition for Light. *Annals of Botany*, 87, pp209-217
- Binkley D., Senock R., Bird S. and Cole T. G. (2003). Twenty years of stand development in pure and mixed stands of *Eucalyptus saligna* and nitrogen-fixing *Facaltaria moluccana*. *Forest Ecology and Management*, 182, pp93-102
- Box E. O. (1995). Factors determining distributions of tree species and plant functional types. *Vegetatio* 121, pp101–116
- Box E. O. (1996). Plant functional types and climate at the global scale. *Journal of Vegetation Science*, 7, pp309–320
- Brandsaeter L., Netland J. and Meadow R. (1998). Yields, weeds, pests and soil nitrogen in a white cabbage-living mulch system. *Biological agriculture & horticulture*, 16, 291-309
- Bugg R. L. and Waddington C. (1994). Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 50, 11-28
- Carof M., de Tourdonnet S., Saulas P., Le Floch D. and Roger-Estrade J. (2007a). Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system. II Competition for light and nitrogen. *Agron. Sustain. Dev.*, 27, pp357-365

Carof M., Saulas P., de Tourdonnet S., Le Floch D., Roger-Estrade J. (2007b). Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system: I Yield analysis. *Agron. Sustain. Dev.*, 27, pp347-356

Celette F. and (2007). **Dynamique des fonctionnements hydrique et azoté au sein d'une vigne enherbée sous le climat méditerranéen**. Thèse de doctorat, Montpellier SupAgro, Montpellier 198p.

Cornelissen J. H. C., Lavorel S., Garnier E., Diaz S., Buchmann N., Gurvich D. E., Reich P. B., Steege H. t., Morgan H. D., v. d. Heijden M. G. A., Pausas J. G. and Poorter H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51, pp335-380

De Haan, RL., Wyse D. L., , Maxwell B.D., Ehlke N.J., Putnam D.H. (1994). Simulation of Spring-Seeded Smother Plants for Weed Control in Corn (*Zea mays*). *Weed Sci*, 42, 35-43
P. Debaeke, J. P. Caussanel, J. R. Kiniry, B. Kafiz and G. Mondragon (1997). Modelling crop:weed interactions in wheat with ALMANAC. *Weed Research*, 37, pp325-341

Den Hollander N. G., Bastiaans L. and Kropff M. J. (2007). Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design: I. Characteristics of several clover species. *European Journal of Agronomy*, 26, pp92-103

Dexter R. (1991). Amelioration of soil by natural processes. *Soil and Tillage Research*, 20, pp87-100

Enquist B. J., Kerkhoff A. J., Stark S. C., Swenson N. G., McCarthy M. C. and Price C. A. (2007). A general integrative model for scaling plant growth, carbon flux, and functional trait spectra. *Nature*, 449, pp218-222

Erskine P. D., Lamb D. and Bristow M. (2006). Tree species diversity and ecosystem function: Can tropical multi-species plantations generate greater productivity? *Forest Ecology and Management*, 233, pp205-210

Ferrari G. (2002). Bibliographic review: influence of must nitrogen composition on wine and spirit quality. Relations to aromatic factors and defects. *Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin*, 36, pp1-10

Forrester D. I., Bauhus J., Cowie A. L. and Vanclay J. K. (2006). Mixed-species plantations of Eucalyptus with nitrogen-fixing trees: A review. *Forest Ecology and Management*, 233, 211-230

Fuchs M., Hadas, A. (2011). Mulch resistance to water vapor transport. *Agricultural Water Management*, 98, pp990-998

Gallien L. B. Y. E., Eimberck M., Benkhadra H., Ligneau L., Ouvry J.F., Martin P., (1995).

Influence des couverts végétaux de jachère sur le ruissellement et l'érosion diffuse en sol limoneux cultivé. *Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones Agricultures*, 4, pp171-183

Gardiner J. B., Morra M. J., Eberlein C. V., Brown P. D. and Borek V. (1999). Allelochemicals Released in Soil Following Incorporation of Rapeseed (*Brassica napus*) Green Manures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, pp3837-3842

Garnier E., Laurent G., Bellmann A., Debain S., Berthelie P., Ducout B., Roumet C. and Navas M. L. (2001). Consistency of species ranking based on functional leaf traits. *New Phytol.*, 152, pp69-83

Geber M.A. Griffen L. R. (2003). Inheritance and natural selection on functional traits. *International Journal of Plant Sciences*, 164, pp21-42

Grubinger V.P, Minotti P. L. (1990). Managing white clover living mulch for sweet corn production with partial rototilling. *American Journal of Alternative Agriculture, Ecosystems & Environment*, 5, pp4-12

Hartwig N. L. and Ammon H. U. (2002). Cover crops and living mulches. *Weed Science*, 50, pp688-699

Hiltbrunner J., Liedgens M., Bloch L., Stamp P. and Streit B. (2007). Legume cover crops as living mulches for winter wheat: Components of biomass and the control of weeds. *European Journal of Agronomy*, 26, pp21-29

Hobbs R. and Morton S. (1999). Moving from descriptive to predictive ecology. *Agroforestry Systems*, 45, pp43-55

Holdridge L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105, pp367–368

Illicki R. D. and Enache A. J. (1992). Subterranean clover living mulch: an alternative method of weed control. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 40, pp249-264

Kazakou E., Vile D., Shipley B., Gallet C. and Garnier E. (2006). Co-variations in litter decomposition, leaf traits and plant growth in species from a Mediterranean old-field succession. *Functional Ecology*, 20, pp21-30

Kremer, R.J., Ben-Hammouda M.,. (2009). Allelopathic Plants. 19. Barley (*Hordeum vulgare* L.). . *Allelopathy Journal*, 24, pp225-241

Kruidhof H. M. (2008). **Cover crop-based ecological weed management: exploration and optimization** Wageningen University, Wageningen.

Kushwaha C. P., Tripathi S. K. and Singh K. P. (2000). Variations in soil microbial biomass and N availability due to residue and tillage management in a dryland rice agroecosystem. *Soil and Tillage Research*, 56, pp153-166

Kwaad F. J. P. M., van der Zijp M. and van Dijk P. M. (1998). Soil conservation and maize cropping systems on sloping loess soils in the Netherlands. *Soil and Tillage Research*, 46, pp13-21

Laurent D. (2011). La banane, un pilier de l'agriculture des Antilles. *Agreste Primeur*, 262,

Lavorel S. and Garnier E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16, pp545-556

Lawton J. H. (1999). Are there general laws in ecology? *Oikos* 84, pp177–192

M. D. Liebman, Elizabeth (1993). Crop Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management. *Ecological Applications*, 3, pp92-122

MacArthur R. H., and Levins. R. (1967). The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *American Naturalist*, 101, pp377–385

Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., de Tourdonnet S. and Valantin-Morison M. (2009). Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 29, pp43-62

McGill B. J., Enquist B. J., Weiher E. and Westoby M. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology & Evolution*, 21, pp178-185

Mohler, C.L, Callaway. M. B. (1995). Effects of tillage on weed seed production and seed bank in sweet corn. *Journal of applied ecology*, 32, pp.627-639

Mohler C. L., Teasdale J.R. (1993). Response of weed emergence to rate of Vicia villosa Roth and Secale cereale L. residue. *Weed Research*, 33, pp487-499

Ohno T., Doolan K., Zibilske L. M., Liebman M., Gallandt E. R. and Berube C. (2000). Phytotoxic effects of red clover amended soils on wild mustard seedling growth. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 78, pp187-192

Rodriguez-Lovelle B. and Gaudillère J.-P. (2002). Carbon and nitrogen partitioning in either fruiting or non-fruiting grapevines: effects of nitrogen limitation before and after veraison. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8, pp86-94

Sainju UM, Singh,B.P., Whiteead WF, Wang S (2007) . Agron J 99:682–691 (2007). Accumulation and crop uptake of soil mineral nitrogen as influenced by tillage, cover crops, and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 99, pp682-691

Séguy, L. & Capillon A. (2002). Ecosystèmes cultivés et stockage du carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale. *Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture Française*, 88, pp63-70

- Simberloff D. (2004). Community ecology: is it time to move on? *American Naturalist*, 163, pp787–799
- Southwood T. R. E. (1977). Habitat, the templet for ecological strategies. *Journal of Animal Ecology* 46, pp337–365
- Teasdale J.R., Coffman. C. B., Mangum R.W. (2007). Potential long-term benefits of no-tillage and organic cropping systems for grain production and soil improvement. *Agron. J.*, 99, pp1297-1305
- Teasdale, J. R., Abdul-Baki, A.A. (1998). Comparison of mixtures vs. monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicide. *HortScience*, 33, pp1163-1166
- Teasdale, J.R. & Daughtry, C.S.T. (1993). Weed suppression by live and desiccated hairy vetch. *Weed Sci.*, 41, pp207-212
- Teasdale, J. R., Mohler, C.L. (2000). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Sci.*, 48, pp385-392
- Ternisien E., Melin P. (1989). Etude des rotations culturales en bananeraie. Première partie : Bilan des cultures de rotation. *Fruits*, 44 pp373-383
- Tixier P., Lavigne C., Alvarez S., Gauquier A., Blanchard M., Ripoche A. and Achard R. (2011). Model evaluation of cover crops, application to eleven species for banana cropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34, pp53-61
- Vile D., Shipley B. and Garnier E. (2006). A structural equation model to integrate changes in functional strategies during old-field succession. *Ecology*, 87, pp504-517
- Violle C., Navas M.-L., Vile D., Kazakou E., Fortunel C., Hummel I. and Garnier E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116, pp882-892
- Weiher E., van der Werf A., Thompson K., Roderick M., Garnier E. and Eriksson O. (1999). Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science*, 10, pp609-620
- Willey R. (1979). Intercropping-Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field crop abstracts*, 32, pp1-10
- Xie, Z., Wang Y., Jiang W. and Wei X. (2006). Evaporation and evapotranspiration in a watermelon field mulched with gravel of different sizes in northwest China. *Agricultural Water Management*, 81, pp173-184
- Yuan C., Lei T., Mao L., Liu H. and Wu Y. (2009). Soil surface evaporation processes under mulches of different sized gravel. *CATENA*, 78, pp117-121

Zheng S., Lan Z., Li W., Shao R., Shan Y., Wan H., Taube F. and Bai Y. (2011). Differential responses of plant functional trait to grazing between two contrasting dominant C3 and C4 species in a typical steppe of Inner Mongolia, China. *Plant and Soil*, 340, 141-155

Sitographie

http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Centrosema_pascuorum.htm (consulté le 13/09)

http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Neonotonia_wightii.htm (consulté le 13/09)

http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Pueraria_phaseoloides.htm (consulté le 13/09)

http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Stylosanthes_guianensis_var._guianensis.htm (consulté le 13/09)

http://snoopy.bondy.ird.fr/ezpublish/index.php/IRDMartinique/irdmartinique/accueil/documents/cartes/carte_pedologique_simplifiee_de_la_martinique_ird_format_pdf (consulté le 13/09)



**Centre d'Angers - Institut National
d'Horticulture et de Paysage**

2, rue André Le Nôtre
49045 ANGERS Cedex 01
Tél : 02 41 22 54 54



**Centre de coopération
Internationale en Recherche
Agronomique pour le
Développement**
Avenue Agropolis
34000 MONTPELLIER
Tél : 04 67 61 58 00



**Pôle de Recherche Agro-
environnemental de la
Martinique**
Petit Morne
97285 LE LAMENTIN cedex 2
Tél : 0596 42 30 00

Mémoire de Fin d'Etudes

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences
Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Spécialité : Horticulture

Option : Gestion Durable du Végétal en Horticulture et en Aménagements Paysagers

**RELATION ENTRE TRAITS FONCTIONNELS DE PLANTES
DE SERVICES ET LEUR CAPACITÉ A CONTRÔLER DES
ADVENTICES EN BANANERAIES**

Par : Rémi RESMOND

Annexes

JURY

Soutenu à Angers, le 26 Septembre 2011

Président(e) : Bruno Jaloux

Maître de stage : Raphaël ACHARD

Tutrice : Josiane LE CORFF

Enseignant responsable de l'option : Jean-Charles MICHEL

Autres membres du jury : Soulaïman SAKR ; Mathieu CAROF ; Bruno JALOUX

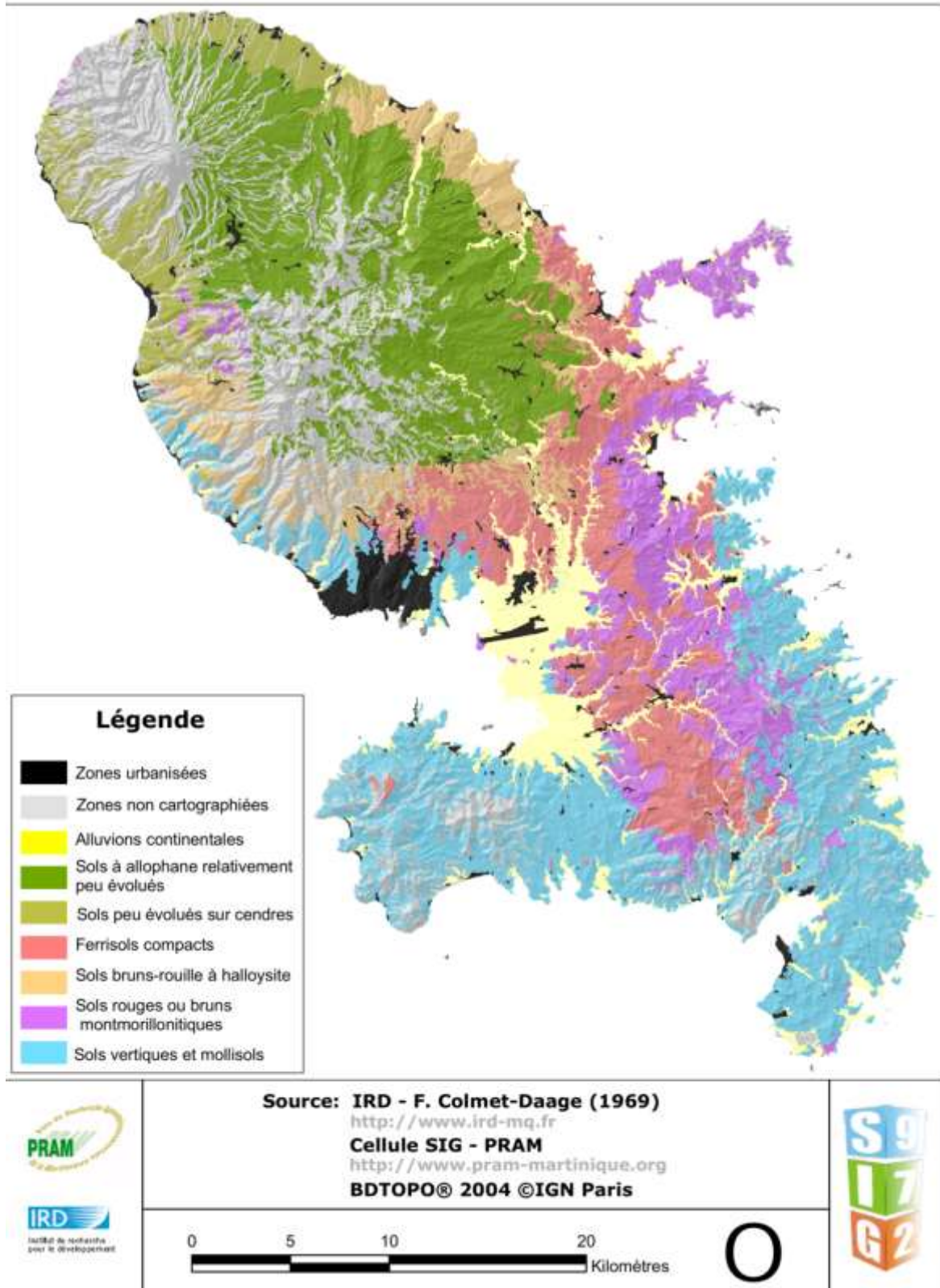
Index des annexes

Annexe I	p.48
Carte des sols de Martinique	
Annexe II	p.49
Itinéraire technique	
Annexe III	p.50
Descriptifs des plantes des services testées	
Annexe IV	p.59
Plan de l'essai	
Annexe V	p.60
Graphique de la régression linéaire permettant la conversion des unités des appareils de mesure de lumière	
Annexe VI	p.61
Descriptifs des principales espèces d'adventices présentes sur la parcelle	
Annexe VII	p.64
Boîtes à moustache des différentes catégories de graminées influencées par la présence de PdS	
Annexe VIII	p.65
Boîtes à moustache des différents traits des PdS influencés par les PdS	

Annexe I

Carte des sols de Martinique

Carte pédologique simplifiée de la Martinique au 1/20 000ème



Annexe II

Itinéraire technique

- Le sol a été travaillé avant semis avec 2 passages d'une machine à bêcher (Janvier, Mars) et le passage d'une herse rotative,
- Implantation sur sol nu fraîchement travaillé, précédent 1 an de jachère spontanée/bananeraie,
- Semis le 7/04 (Blocs 1, 3, 5) et le 14/04 (Blocs 2, 4, 6) à l'aide d'un semoir manuel (doses détaillées dans le tableau). Les calculs des doses théoriques de graines par hectare ont été effectués à partir des pourcentages de germination de chaque espèce. Le but était d'obtenir une plante toutes les 5 cm, avec des lignes de semis espacées de 15 cm pour toutes les espèces,
- Passage d'un rouleau après semis,
- Irrigation mise en place 15 jours après les semis (précipitations importantes auparavant),
- De l'engrais a été apporté sur toute la parcelle d'essai à dose équivalente le mardi 31 Mai, soit 50 jours environ après semis: (quantités /ha : 45 UN urée $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ + 13 UN P_2O_5 + 90UN K_2O),
- Désherbage manuel des parcelles individuelles et monospécifiques toutes les 3 semaines,
- Passage d'une débroussailleuse dans les allées entre blocs et sur les abords de la parcelle d'essai tous les mois,
- Eclaircissage des parcelles individuelles à chaque relevé.

	Blocs	Date semis	Qté semée/ha (kg/ha)	Densité moyenne (nb plantes/m²)	Erreur standard de la moyenne
<i>P. phaseoloides</i>	B1	07/04/11	12.49	68	0.9
	B2	14/04/11	12.65		
	B3	07/04/11	11.18		
	B4	14/04/11	11.80		
	B5	07/04/11	9.69		
	B6	14/04/11	11.25		
<i>N. wightii</i>	B1	07/04/11	13.10	31	0.6
	B2	14/04/11	15.74		
	B3	07/04/11	12.05		
	B4	14/04/11	13.34		
	B5	07/04/11	13.26		
	B6	14/04/11	13.05		
<i>C. pascuorum</i>	B1	07/04/11	19.82	95	1.029
	B2	14/04/11	21.32		
	B3	07/04/11	17.09		
	B4	14/04/11	21.96		
	B5	07/04/11	18.52		
	B6	14/04/11	21.34		
<i>S. guianensis</i>	B1	07/04/11	8.66	48	0.806
	B2	14/04/11	8.65		
	B3	07/04/11	7.10		
	B4	14/04/11	8.50		
	B5	07/04/11	7.46		
	B6	14/04/11	7.37		

Annexe III

Description des espèces de plantes de services testées (source : www.tropicalforage.com)

Centrosema pascuorum



[Home](#) [Glossary](#) [Factsheets](#) [Information & Help](#) [Search forage references](#)

Scientific name

Centrosema pascuorum Mart. ex Benth.

Synonyms

Bradburya pascuora (Mart. ex Benth.) Kuntze

Family/tribe

Family: *Fabaceae* (alt. *Leguminosae*) subfamily: *Faboideae* tribe: *Phaseoleae* subtribe: *Clitorinae*. Also placed in: *Papilionaceae*.

Common names

centurion, centro.

Morphological description

Centrosema pascuorum is an annual, twining herb that can root from the nodes of trailing stems under moist conditions. Stems are cylindrical, glabrous or scarcely pilose, extending up to 2 m from the crown. Leaves are trifoliolate, often held erect and paraheliotropic especially during dry periods. Petioles are 25-50 mm long, glabrous to scarcely pilose. Leaflets of the Australian cultivars are long (50-100 mm) and narrow (5-10 mm) and give a *C. pascuorum* sward, from some distance, a grass-like aspect; however, in the available collection there exists also great variation in leaflet shape. Inflorescences are racemose; flowers are borne singly or in pairs at the end of a short peduncle. The corolla is wine red to crimson, 15-25 mm long and wide. Flowers are predominantly self-pollinated. Pods are linear to slightly curved, 4-8 cm long and 3-4 mm wide, laterally compressed with a dark longitudinal stripe. They contain up to 15 seeds and shatter violently at maturity up to 1 m wide thus allowing dispersal of seeds. Seeds are ovoid to cylindrical, approx. 4 mm long, greenish-yellow to brown and rarely mottled. Thousand seed weight of *C. pascuorum* ranges from 6.8-28.9 g, cv. Cavalcade has a weight of 21 g (48,000 seeds/kg) and cv. Bunday 17 g (58,000 seeds/kg).

Distribution

Native to:

C. pascuorum is a tropical lowland species, found naturally at altitudes between 20 m and 1,000 m. Its geographical distribution spans from almost 17°N in Mexico to almost 20°S in Brazil. Main areas of distribution are semi-arid northeast Brazil, the Pantanal, coastal Ecuador, northern Venezuela and Guyana, and Mesoamerica from southern Mexico to Panama; most commonly it is found in northeast Brazil and Venezuela. Annual rainfall at sites of origin is between 350 and 1,500 mm (usually below 1,000 mm), with 4-10 dry months. Soils at the collection sites are mostly of medium to high fertility. Recently, a subtropical form was found in the Paraguayan Chaco.

Uses/applications

C. pascuorum is suitable for mixtures with grasses, or in pure stands for ley-farming. It makes excellent hay; each year, there are 5-6,000 ha sown for hay production in Australia. More recently farmers in the Northern Territory, Australia, are growing cv. Cavalcade to produce legume cubes. Hay giving yields of about 7 t/ha is cut with a rotary head cutter and dried in the field to 10% moisture. Bales are shredded and mixed with bentonite (a volcanic-ash clay material containing Fe, Mg and either Na or Ca), sprayed with water to 12% moisture and then cubed under very high pressure. In 1997, 8,000 t of Cavalcade cubes were produced. Two pelleting plants operate at Katherine and Tortilla. Cavalcade hay and pellets provide feed on boats for 300,000 head live cattle exported from Darwin to Indonesia and the Philippines. *C. pascuorum* stands persist through a seed bank. For hay production, renovation every 3 or 4 years is recommended to maintain a pure stand. In ley farming, the *C. pascuorum* phase is able to provide 80-100 kg/ha N to the system.

Ecology

Soil requirements



C. pascuorum is adapted to a wide range of soils, from sand to heavy clay and from slightly acid to alkaline soils (pH 5-8.5). Requires medium to high soil fertility . Occasionally, e.g. in the Pantanal of Brazil, found at sites with some seasonal flooding stress.

Moisture

C. pascuorum is adapted to tropical areas with pronounced dry seasons of up to 8 months; 700-1,500 mm rainfall per year are suitable. Though individual plants die off under drought conditions, populations persist through escape mechanisms such as annual life span, rapid growth and flowering, and high seed production. Morphologically, the narrow leaflets and phototropism (i.e. erect leaves oriented towards sunlight), osmotic and stomatal adaptation are also adaptation mechanisms to drought .

Temperature

Poor frost tolerance .

Light

No information available.

Reproductive development

Not much information is available on the photoperiod response of *C. pascuorum* but flowering time appears to be related to sites of origin and cv. Cavalcade is known to be a short day plant. Good seed producer.

Defoliation

Moderate tolerance to grazing and cutting.



Neonotonia wightii



[Home](#) [Glossary](#) [Factsheets](#) [Information & Help](#) [Search forage references](#)

Scientific name

Neonotonia wightii (Wight & Arn.) J.A. Lackey

Subordinate taxa:

Neonotonia wightii (Wight & Arn.) J.A. Lackey subsp. *petitiana* (A. Rich.) J.A. Lackey var. *meamsii* (De Wild.) J.A. Lackey

Neonotonia wightii (Wight & Arn.) J.A. Lackey subsp. *petitiana* (A. Rich.) J.A. Lackey var. *petitiana* (A. Rich.) J.A. Lackey

Neonotonia wightii (Wight & Arn.) J.A. Lackey subsp. *pseudo-javanica* (Taub.) J.A. Lackey

Neonotonia wightii (Wight & Arn.) J.A. Lackey subsp. *wightii* var. *longicauda* (Schweinf.) J.A. Lackey

Neonotonia wightii (Wight & Arn.) J.A. Lackey subsp. *wightii* var. *wightii*

Synonyms

Glycine javanica auct.

Glycine javanica L. var. *paniculata* Hauman

Glycine albidiflora De Wild.

Glycine claessensii De Wild.

Glycine javanica sensu auct.

Glycine javanica L. var. *claessensii* (De Wild.) Hauman

Glycine javanica L. var. *longicauda* (Schweinf.) Baker

Glycine javanica L. subsp. *micrantha* (A. Rich.) F.J. Herm.

Glycine javanica L. var. *meamsii* (De Wild.) Hauman

Glycine longicauda Schweinf.

Glycine meamsii De Wild.

Glycine micrantha A. Rich.

Glycine monilliformis A. Rich.

Glycine petitiana Hermann pro parte

Glycine pseudojavanica Taub.

Glycine wightii (Wight & Arn.) Verdc. var. *longicauda* (Schweinf.) Verdc.

Glycine wightii (Wight & Arn.) Verdc. subsp. *petitiana* (A. Rich.) Verdc. var. *meamsii* (De Wild.) Verdc.

Glycine wightii (Wight & Arn.) Verdc. subsp. *petitiana* (A. Rich.) Verdc.

Glycine wightii (Wight & Arn.) Verdc. subsp. *pseudojavanica* (Taub.) Verdc.

Glycine wightii (Wight & Arn.) Verdc. subsp. *wightii*

Johnia wightii (Wight & Arn.) Wight & Arn.

Notonia wightii Wight & Arn.

Family/tribe

Family: *Fabaceae* (alt. *Leguminosae*) subfamily: *Faboideae* tribe: *Phaseoleae* subtribe: *Glycininae*. Also placed in: *Papilionaceae*.

Common names

glycine (Australia, Kenya); soja perene (Brazil); soja perenne forrajera, soja forrajera, soja perenne (Colombia, Mexico); perennial soybean (English); soja pérenne (French); ausdauernde soja (German); soja-perene (Portuguese); rhodesian kudzu (Taiwan); fundo-fundo (Tanzania); thua peelenian soibean (Thai).

Morphological description



Trailing, climbing, or twining perennial with strong taproot, and woody base to 25 mm diameter in advanced plants, climbing to 10 m on appropriate framework (e.g. trees). Herbaceous stems slender (mostly 2-3 mm diameter), (glabrous to densely pubescent (hairs whitish to reddish brown, semi-erect, retrorse) well branched, redeveloping from underground crown if main stem severed; ability for prostrate stems to develop nodal roots varies with ecotype. Leaves pinnately trifoliate; leaflets elliptic, ovate, or rhombic-ovate, acute to obtuse, 1.5-15 cm long, long and 1.3-12.5 cm wide, glabrous to densely velvety pubescent; stipules lanceolate, 4-6 mm long, deciduous; petiole 2.5-13 cm long. Inflorescence axillary, dense or lax racemes, 2-35 cm long on peduncles 3-12.5 cm long, comprising 20-150 flowers; flowers 4.5-11 mm long, standard white to mauve-blue, sometimes with obscure small violet streaks on lower part, yellow to orange on senescence. Pod brown, linear-oblong, straight or slightly curved at the apex, transversely grooved and weakly septate between the seeds, glabrous to densely pubescent with grey to reddish brown hairs, 1.5-4.0 cm long and 2.5-5 mm wide, containing 3-8 seeds, shattering at maturity. Seeds oblong with rounded corners, laterally compressed, olive-green to light- to dark- and reddish-brown, occasionally mottled, aril white, 2-4 mm long, 1.5-3 mm wide and 1-1.5 mm thick; 50,000-170,000 (-330,000) seeds/kg.



03
Growth habit (Photo: David G. ...)



Distribution

Native to:

Africa: Angola, Botswana, Burundi, Cameroon, Chad, Democratic Republic of Congo (Zaire), Ethiopia, Gabon, Ghana, Guinea, Kenya, Liberia, Malawi, Mozambique, Nigeria, Rwanda, Sierra Leone, South Africa, Sudan, Swaziland, Tanzania, Togo, Uganda, Zambia, Zimbabwe.

May also be native to the following, although generally considered an African genus:

Arabia, India, Sri Lanka, Indonesia (Java), Malaysia (peninsula) (GRIN database).

Found in grassland, and shaded situations in bushland, thicket and woodland.

Naturalised in:

Subtropical Australia (particularly in former rainforest areas and around rainforest margins) and in many other parts of the tropics.

Uses/applications

Pasture for grazing, cut-and-carry, and standover - makes good hay and silage. Suitable for open pasture or agroforestry, although twining habit can be a problem in the latter.

Ecology

Soil requirements

Occurs on wide range of soils from red sands to heavy black clays, mostly, but not always, well drained, and with pH from 6-8.9. In cultivation, grows best on fertile, deep, freely drained, near neutral clays and clay loams, usually of alluvial origin or derived from basic igneous rocks (basalt, andesite). Performance is less reliable on soils with pH much less than 6 unless heavily limed, or those with a hard-setting A horizon. More demanding than most tropical legumes for molybdenum. Very sensitive to manganese (more so than *Trifolium repens*) and aluminium toxicity (similar to *Trifolium repens*), both of which are alleviated by additions of lime. Symptoms of Mn toxicity include interveinal chlorosis and leaf puckering. Moderately tolerant of salinity, some varieties more so than others. Of the twining legumes, *N. wightii* is best adapted to neutral fertile soils, *Centrosema molle* (pubescens) to acid fertile soils, and *Macrotyloma axillare* and *Macroptilium atropurpureum* to acid, moderately fertile soils.

Moisture

Originates from areas with average annual rainfall from 550-1,650 mm, mostly 750-1,000 mm. Cultivars are usually grown in areas with a summer dominant rainfall, with annual averages between 800 and 1,500 mm. It is not successful in areas of much higher rainfall. *N. wightii* is generally quite drought tolerant, although this varies among ecotypes. Grows best in well-drained soils, but tolerates a degree of waterlogging, some accessions being collected in depressions and on swamp margins. Tolerates short periods of flooding although not normally grown on flood-prone land.

Temperature

Most evaluated material originates from tropical east Africa, where it occurs mostly >1,000 (and up to 2,450) m asl, and from southern Africa to 33°S, largely at lower altitudes (but sometimes to 1,750 m asl). Average annual temperatures vary from as low as 15°C to about 25°C, sometimes with a lowest average monthly minimum of 5 or 6°C, and subject to frosts. Foliage and finer stems are killed by frost causing leaf shedding, but plants recover from buds on the older, less affected stems, and from the low crown. Up to 50% of plants may be killed if temperatures fall below -10°C. Optimum day/night temperature regime for growth 30/25°C, with growth slowing at 16°C and ceasing at 13°C.

Light

[Top](#)

Moderately shade tolerant, growing successfully under trees in open forest and woodland. Twines towards the light when growing among taller grasses.

Reproductive development

A short-day plant. Cultivars have been selected partly on the basis of flowering time.

Defoliation

N. wightii is relatively slow to establish, and should not be grazed too early. Under normal conditions, mixed grass/legume pastures can be grazed 7-8 weeks after sowing, but then only with sufficient grazing pressure to reduce the grass competition for the young legume plants. In the following season once the legume is fully established, the pasture can be rotationally grazed, leaving at least a 20 cm stubble after each grazing. It is intolerant of continuous intensive grazing. Even if not being used as standover feed, it is advisable to exclude stock towards the end of the growing season every few years to facilitate legume build-up accompanied by flowering and seeding to assist legume persistence. Longer periods of de-stocking may be necessary for shrubby weed suppression.

Fire

Overcomes the damaging effects of fire by virtue of low or buried crown, and setting large amounts of hard seed that germinate following fire.

Pueraria phaseoloides



[Home](#) [Glossary](#) [Factsheets](#) [Information & Help](#) [Search forage references](#)

Scientific name

Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth.

Subordinate taxa

Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth. var. *phaseoloides*

Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth. var. *javanica* (Benth.) Baker

Synonyms

Neustanthus phaseoloides (Roxb.) Benth.

Synonym for *P. phaseoloides* var. *phaseoloides*

Dolichos phaseoloides Roxb. [basionym]

Synonyms for *P. phaseoloides* var. *javanica*

Neustanthus javanicus Benth. [basionym]

Pueraria javanica (Benth.) Benth.

Family/tribe

Family: *Fabaceae* (alt. *Leguminosae*) subfamily: *Faboideae* tribe: *Phaseoleae* subtribe: *Glycininae*. Also placed in: *Papilionaceae*.

Common names

puero, tropical kudzu, centro grande, feuille.

Morphological description

Vigorous, deep-rooted, perennial twining and climbing legume, slightly woody, hairy. Its main stems are slender, 6 mm in diameter and up to 10 m in length, rooting at the nodes upon contact with moist soil. Secondary branches arise from the nodes to create a dense mass of vegetation 60-75 cm deep if left ungrazed or uncut. Young shoots are densely covered with brown hairs. Leaves large, trifoliate, borne on petioles 5-10 cm long covered with ascending hairs. Leaflets thin, triangular-ovate, 2-20 cm x 2-15 cm, usually very shallowly lobed; lateral leaflets oblique 6-7 cm long and wide. Flowers small, mauve to deep purple, borne in scattered pairs in axillary racemes about 15-30 cm long on peduncles about 12.5 cm long. Pod straight, or slightly curved, linear, cylindrical, 4-11 cm x 3-5 mm, thinly covered with stiff adpressed hairs, turning black when ripe. Seeds 3 mm x 2 mm, oblong to squarish with rounded corners, brown to brownish black in colour. 10-20 seeds/pod. Seed weight 80,000-88,000/kg.

Distribution

Native to:

Southern China (Guangdong, Guangxi, Yunnan, Hainan Island, Hong Kong), Taiwan, Bangladesh, Bhutan, India, Nepal, Sri Lanka, Cambodia, Laos, Myanmar, Thailand, Vietnam, Brunei, Indonesia, Philippines, Malaysia, Papua New Guinea, Solomon Islands.

Naturalised throughout the humid-tropics.

Uses/applications

Primarily used as a component of grazed and ungrazed cover crop mixtures or as a component of grass-legume pastures in the humid-tropics. Also used as hay, silage, and cut and carry forage.



Ecology

Soil requirements

Wide adaptation to soil types, but does not perform well on heavy clays. Commercial cultivar well adapted to well-drained, acid soils (pH 3.5-5.5) with a high Al saturation, but requires medium-high soil fertility. Grows best within a pH range of 4.0-6.5, and requires P and Mg. Does not tolerate salinity.

Moisture

Prefers annual rainfall regimes of >1,500 mm, but will grow in the sub-humid tropics in 1,000-1,500 mm/year rainfall environments, particularly where temporary waterlogging occurs. Tolerant of temporary waterlogging and short periods of flooding. Not regarded as being drought tolerant. Puero will survive a dry season of 4-5 months, but will experience appreciable leaf loss.

Temperature

Optimum temperature 15°C, minimum temperature 12.5°C. Grows up to 1,600 m asl in the tropics. Good yields obtained at 1,500 m asl in the Colombian Andes. Poor frost tolerance.

Light

Moderately shade tolerant. Therefore, used as a cover crop in older stands of plantation crops, particularly coconuts.

Reproductive development

In the Brazilian savannas, at latitude 16°S, the legume did not flower in the establishment year. In subsequent years, flowering took place from April to May. Time from first flowering to harvest was constant between years at 75 days. Observations suggest a weak short-day photoperiodic response reduced by high moisture availability.

Defoliation

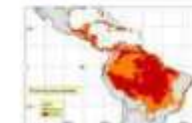
Persists under moderate grazing pressure with continuous and rotational grazing on well-drained soils, due to its relatively low palatability during the growing season and its stoloniferous growth habit with rooting at the nodes. Recovers well after lenient grazing, but can be sensitive to heavy grazing, particularly on poorly drained soils.

Fire

Little tolerance of fire.



[Top](#)



[Top](#)

Stylosanthes guianensis var. guianensis



[Home](#) [Glossary](#) [Factsheets](#) [Information & Help](#) [Search forage references](#)

Scientific name

Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. var. *guianensis*

Synonyms

Stylosanthes gracilis H.B.K.

Stylosanthes gracilis Kunth.

Stylosanthes guyanensis (Aublet) Sw.

Family/tribe

Family: *Fabaceae* (alt. *Leguminosae*) subfamily: *Faboideae* tribe: *Aeschynomeneae* subtribe: *Stylosanthinae*. Also placed in: *Papilionaceae*.

Common names

Brazilian stylo, brazilian lucerne, common stylo, stylo, (English); luzerne brésilienne, luzerne du Brésil, luzerne tropicale (French); brasilianische Luzerne (German); alfalfa-do-nordeste, trifolio, mangerião do compo, saca-estrepê (Portuguese (Brazil)); alfalfa de Brasil, lengua de rana, tarbardillo (Spanish).

Morphological description

A robust, erect to semi-erect, short-lived perennial herb or sub-shrub growing to 1.2 m (rarely to 2.5 m). Leaves and young stems glabrous to densely pilose, or with scattered bristles. Leaves trifoliolate with lanceolate leaflets, 0.5-4.5 cm long and 0.2-2 cm wide. Flowers yellow to orange, with standard 4-8 mm x 3-5 mm; borne in clusters on a capitate spike. Seeds mostly pale brown (varying from yellow to almost black) in single-seeded pods; 260,000-400,000 seed-in-hull/kg.

Distribution

Native to:

Mesoamerica: Belize, Costa Rica (north-east), Guatemala, Honduras, Mexico (south), Nicaragua (east), Panama.

South America: Bolivia (north), Brazil, Colombia, French Guiana, Guyana, Peru, Suriname, Venezuela.

Naturalised in:

Many parts of the tropics and subtropics.

Uses/applications

Long and short-term pasture (grazed or cut and carry), intercropping in rice, ground cover (erosion control) in orchards, green manure, hay for leaf meal and pellets.

Ecology

Soil requirements

Prefers well-drained, open-textured soils from sands to light clays (e.g. tropical latosols, gleys, loams and sandy podzolic soils); poor on heavy montmorillonitic clays. Found on soils with pH from 4.0-8.3, adaptation varying with ecotype. Moderately tolerant of high Al and Mn but not of high salinity. Late-flowering (Tardío) types are more tolerant of high levels of Al and Mn than are the common types. Can extract P very efficiently from low P soils, but still responds to applications of P, as well as K, S, Ca, and Cu in soils with low levels of these nutrients. Needs lower levels of Mo than many other tropical legumes.

Moisture



[Top](#)

Occurs in areas with rainfall from 700-5,000 mm/year, but mostly from 1,000-2,500 mm/year. Although cultivars survive in lower rainfall areas and can survive long dry periods, they are generally best adapted to regions with >1,500 mm average annual rainfall. Tolerance of flooding and short term waterlogging vary with ecotype.

Temperature

Occurs from about 20°N in Mexico to 32°S in Argentina, and from near sea level to 2,200 m asl. This equates to a range in average annual temperatures from about 23-27°C, but down to 19°C. Primarily adapted to the hot, humid tropics, although some ecotypes grow satisfactorily in the humid subtropics as well. Tops burnt by frost, but plants generally survive. Mostly to 1,000 m asl, although in some parts of the tropics to 2,000 m.

Light

Considered as having no, or at best fair, shade tolerance.

Reproductive development

Mostly a short-day flowering response with critical photoperiod between 11.5-14 hours, depending on ecotype, although some ecotypes may require exposure to long days prior to short days for floral initiation. Flowering response is not related simply to latitude or altitude of origin of ecotype. With a particular ecotype, floral initiation occurs earlier with increasing latitude from 4° to 28°, but there is no difference between 28° and 35°. Ecotypes therefore vary in their ability to seed under different day lengths e.g. CIAT 10136 and CIAT 1959 give the highest seed yields at 28° lat, and CIAT 1283 produced the most seed at 4° and 16° lat. Tardío (late flowering) types have better anthracnose tolerance than common types but seed yields are lower due to limited growing season.

Defoliation

Cutting or grazing once plants become tall and woody can kill the plant, since there are few growing points close to the ground on mature plants. Best to stimulate lower branching early by grazing or cutting to 10-20 cm in the first few months. Constant heavy grazing is detrimental. Grazing on a 1 week on and four to eight weeks off rotation, or cutting at 2-3 month intervals appears to favour the legume.

Fire

Intolerant of fire. Plants are severely set back by any fire, and killed by "hot" fires, particularly if the soil is dry. With seeds remaining viable in the soil for up to 3 years, significant seed reserves can develop from which stands can recover after fire. Seed dormancy is broken by fire, stimulating seedling development.



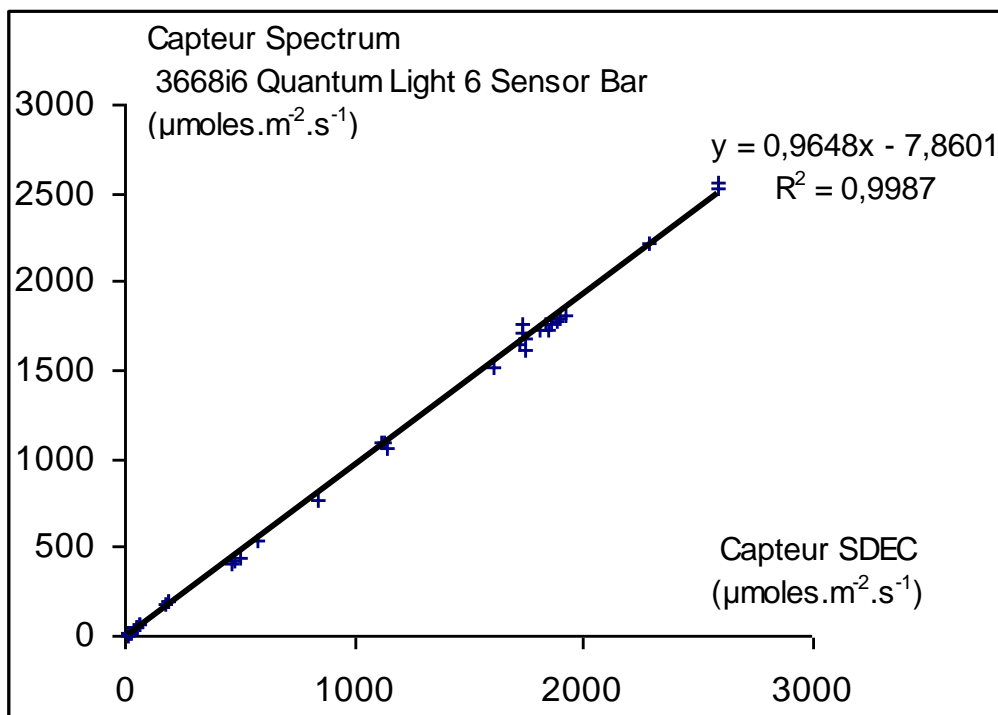
Top

Plan de l'essai



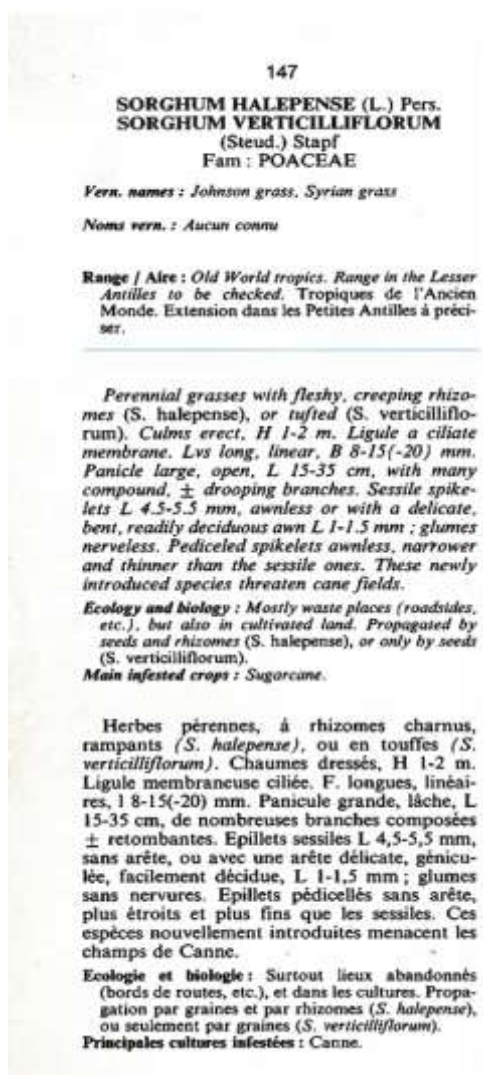
Annexe V

Graphique de la régression linéaire permettant la conversion des unités des 2 appareils de mesure de lumière



Annexe VI

Descriptifs des principales espèces d'adventices présentes sur les parcelles



Source : « Mauvaises herbes des petites Antilles », INRA Editions

Zèb a diri

Herbe à riz

Echinochloa colona
(L.) Link

DESCRIPTION :

Echinochloa colona est une herbe érigée et ramifiée à la base mesurant entre 20 cm et 50 cm de hauteur. Les feuilles sont alternes, étroites et effilées à leur extrémité. Elles se colorent souvent d'une teinte rougeâtre. L'inflorescence est une panicule composée de plusieurs racèmes courts comportant des épillets paraissant sessiles. Les glumes des épillets sont vertes et prennent souvent une couleur violacée.

BIOLOGIE :

Echinochloa colona est une espèce annuelle qui se multiplie par ses graines. Elle ne présente pas de préférence climatique mais exige un sol humide et argileux inondé durant un laps de temps.

COMPORTEMENT :

Elle présente un recouvrement important dans les vergers durant la saison pluvieuse. Ainsi, il n'est pas rare qu'elle forme des recouvrements monospécifiques.

Classe :
Monocotylédones
Famille :
Poaceae



Panicule



Racème

Pyé poul

Pied poule

Eleusine indica
(L.) Gaertn.

DESCRIPTION :

Eleusine indica est une herbe étalée, qui se développe en touffes denses. Les feuilles sont aplaties et pliées tout le long de la nervure centrale. Bien qu'elles aient l'air d'être glabres, elles présentent de longs et fins poils éparses sur la face supérieure du limbe. L'inflorescence est bien caractéristique de l'espèce car elle est composée de 4 à 5 épis digités à l'extrémité du chaume. Parfois, un épi peut se former juste au-dessous des autres. Chaque épi est formé de deux rangées d'épillets à la face inférieure du rachis.

BIOLOGIE :

Eleusine indica est une espèce annuelle qui se multiplie par ses graines. La germination des graines est stimulée par l'humidité du sol.

COMPORTEMENT :

C'est une espèce commune aux vergers. Elle est sensible aux herbicides de post-levée mais est difficile à éliminer par les machines de tonte. A partir du tallage, elle a tendance à s'enrouler autour des lames, rendant alors pénible la réalisation du désherbage.

Classe :
Monocotylédones
Famille :
Poaceae



Tousse dense



Panicule à 5 épis

Kaya blan

Caya blanc, Mouzanbé blanc,
Mouzanbé blanc, Acaya blanc

Cleome rutidosperma
DC.

DESCRIPTION :

Cleome rutidosperma est une herbe couchée et rampante. Les feuilles sont ovées et de couleur vert clair. Elles sont alternes et constituées de 3 folioles. Le foliole terminal est toujours plus grand que les deux autres. Les fleurs sont solitaires. Elles possèdent quatre pétales libres et blancs. Le fruit est une silique de 5 cm, contenant des graines striées brun rougeâtre.

BIOLOGIE :

Cleome rutidosperma est une plante annuelle qui assure sa propagation grâce à ses graines.

COMPORTEMENT :

C'est une espèce que l'on retrouve souvent dans les vergers mais qui est peu abondante. Elle ne constitue pas une contrainte agronomique car elle est bien maîtrisée par les désherbages chimique et mécanique.

Classe :
Dicotylédones
Famille :
Caryophyllales



Fleur



Port général



Semencier



Semencier



Panicules



Chaume pléux

Zèb Fin

Herbe fine

Digitaria bicornis
(Lam.) Roumer et J.A.
Schultes ex Loud.

DESCRIPTION :

Digitaria bicornis est une herbe fine qui se développe en touffes dressées. Elle peut atteindre une hauteur de 15 à 75 cm. Les chaumes sont glabres et couchés à leur base. Les noeuds présentent des poils longs et fins. Les feuilles sont généralement pileuses et planes. Elles sont longues de 2 à 6 cm et larges de 2 à 8 mm et parfois rouge violacé. L'inflorescence est une panicule composée de 6 à 15 épis fins presque digités, mesurant 3 à 12 cm de long.

BIOLOGIE :

Digitaria bicornis est une herbe annuelle. Elle se multiplie par la dissémination de ses graines. Il arrive aussi qu'elle puisse se répandre par bouturage à partir de l'enracinement de fragments de tiges.

COMPORTEMENT :

C'est une espèce répandue dans les vergers. Elle forme souvent un enherbement local important pendant la saison pluvieuse. Toutefois, elle est très sensible aux produits herbicides.

Classe :
Monocot
Famille :
Poaceae

Grèn anba fèy blan

Phyllanthus amarus
Schumacher & Thonn.

Graines en-bas feuilles blanches

DESCRIPTION :

Phyllanthus amarus est une herbe dressée. De taille moyenne (10 à 50 cm), elle présente une tige simple ou ramifiée. Les feuilles paraissant pennées sont simples et alternes. Les fleurs, très petites, sont situées sous le rachis et cachées par les folioles. Le fruit est une petite capsule de couleur vert clair (2 mm de diamètre) contenant des graines brunes.

BIOLOGIE :

Phyllanthus amarus est une herbe annuelle qui se reproduit uniquement par ses graines. Elle effectue un cycle complet entre 3 et 4 semaines.

COMPORTEMENT :

On la trouve souvent dans les vergers mais elle y est rarement abondante. Considérée dans la littérature comme un bon indicateur de la fertilité des sols, elle se développe dans les sols bien structurés et a tendance alors à disparaître des sols dégradés.



Fruits alignés sous les rachis

Classe :
Dicotylédones
Famille :
Euphorbiaceae



Planta adulte



Fleur

Gwo malonmé

Grosse malonmée

Euphorbia heterophylla
L.

DESCRIPTION :

Euphorbia heterophylla est une herbe à port dressé. De taille moyenne (20 à 80 cm), elle présente une tige cylindrique peu ramifiée. Lorsqu'elle est sectionnée, elle laisse immédiatement s'échapper un latex blanc laiteux. Les feuilles sont alternes tout au long de la tige mais paraissent opposées à son extrémité. Elles sont de formes variables, pouvant être ovales, lancéolées (pour les plus jeunes) et échancrées latéralement. Les fleurs réduites à une étamine et un pistil sont contenues à l'intérieur d'une cupule. Celles-ci, en nombre variable, sont réunies en cymes terminales. Le fruit est une petite capsule brune qui s'ouvre énergiquement à maturité en laissant s'échapper ses graines sur quelques mètres.

BIOLOGIE :

Euphorbia heterophylla est une espèce annuelle qui se reproduit uniquement par ses graines.

COMPORTEMENT :

Cette espèce est très fréquente dans les vergers. Mais elle se développe principalement dans les régions à pluviométrie élevée (pluviométrie supérieure à 1100 mm). Bien qu'elle soit sensible aux herbicides de post-levée, elle a tendance à former, dans des parcelles entretenues chimiquement, des peuplements monospécifiques.



adulte



Fleurs et fruits



Peuplement monospécifique

Classe :
Dicotylédones
Famille :
Euphorbiaceae

Source : « La flore adventice des cultures fruitières à la Martinique », FREDON Editions

Annexe VII

Boîtes à moustache (Boxplot tirés de R) des biomasses fraîches des différentes catégories d'adventices suivant la présence (1) ou l'absence (0) des différentes espèces de plantes se services

• DAS30

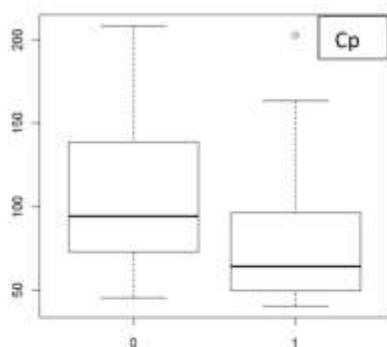


Figure 1 : Boîte à moustache de la biomasse fraîche totale des adventices prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *C. pascuorum*

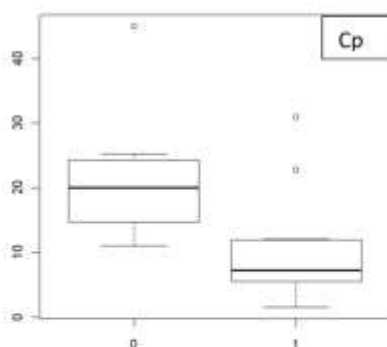


Figure 2 : Boîte à moustache de la biomasse fraîche des "Petites graminées" prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *C. pascuorum*

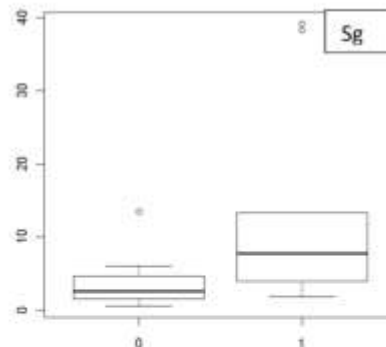


Figure 3: Boîte à moustache de la biomasse fraîche des "Kayas" prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *S. guianensis*

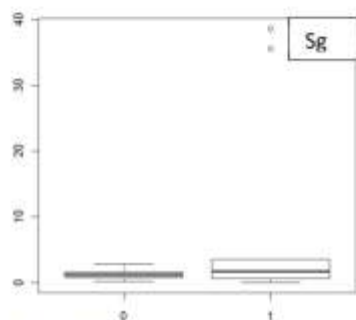


Figure 4: Boîte à moustache de la biomasse fraîche des "Grèn en ba fey" prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *S. guianensis*

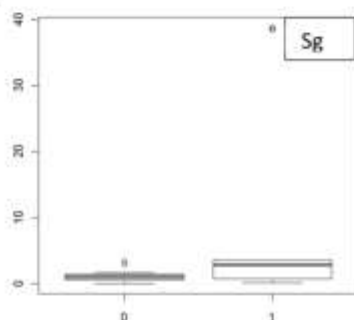


Figure 5: Boîte à moustache de la biomasse fraîche des "Diverses Dicotylédones" prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *S. guianensis*

• 75DAS

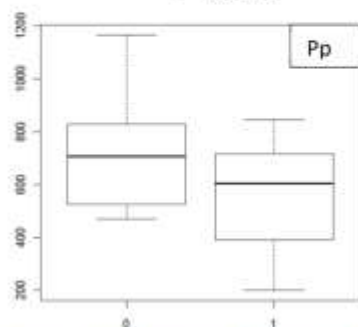


Figure 6 : Boîte à moustache de la biomasse fraîche totale des adventices prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *P. phaseoloides*

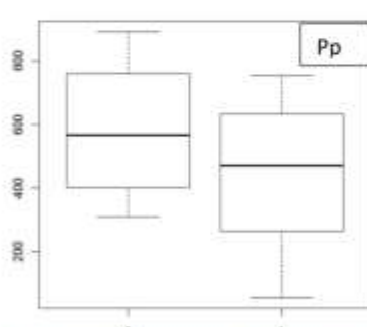


Figure 7 : Boîte à moustache de la biomasse fraîche totale des "Grandes Graminées" prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *P. phaseoloides*

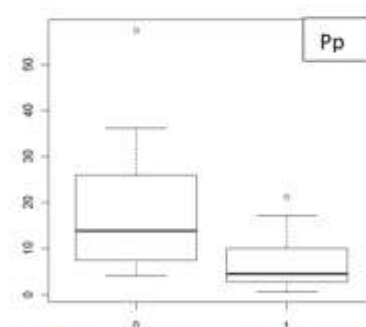


Figure 8 : Boîte à moustache de la biomasse fraîche totale des "Grèn en ba fey" prélevées en fonction de la présence ou de l'absence de *P. phaseoloides*

Annexe VIII

Boîtes à moustache (Boxplots tirés du logiciel R) des différents traits des PdS lorsqu'ils ont été significativement influencés par la présence d'adventices (1 : présence d'adventices, 0 : absence d'adventices)

• 30DAS

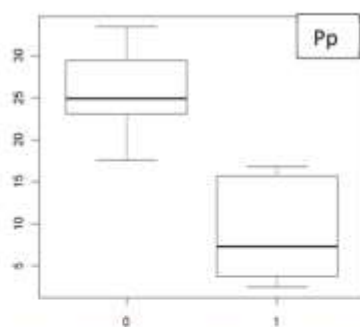


Figure 1 : Boîte à moustache du poids frais d'une plante de *P. phaseoloides* en fonction de l'absence ou de la présence d'adventices (parcelles mono ou plurispécifiques)

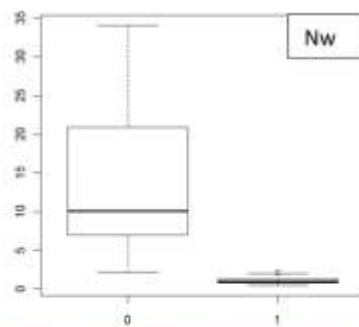


Figure 2 : Boîte à moustache du poids frais d'une plante de *N. wightii* en fonction de l'absence ou de la présence d'adventices (parcelles mono ou plurispécifiques)

• 75DAS

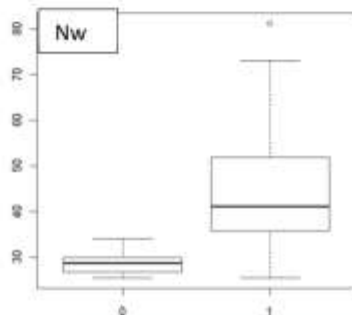


Figure 3 : Boîte à moustache du SLA de *N. wightii* en fonction de l'absence ou de la présence d'adventices

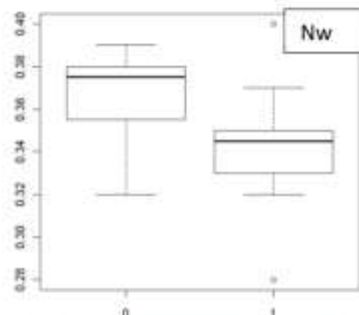


Figure 4 : Proportion de feuilles par plantes de *N. wightii* en fonction de la présence ou de l'absence d'adventices

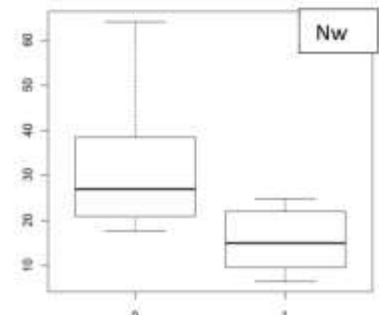


Figure 5 : Boîte à moustache du poids frais d'une plante de *N. wightii* en fonction de l'absence ou de la présence d'adventices

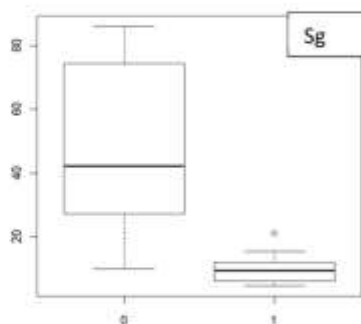


Figure 6 : Boîte à moustache du poids frais d'une plante de *S. guianensis* en fonction de l'absence ou de la présence d'adventices (parcelles mono ou plurispécifiques)

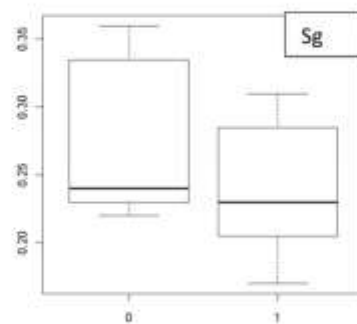


Figure 7 : Proportion de feuilles par plantes de *S. guianensis* en fonction de la présence ou de l'absence d'adventices